

ACTAS

**X Congreso de Investigación, Desarrollo e
Innovación de la Universidad Internacional
de Ciencia y Tecnología**

“Un Congreso con Trayectoria y Alcance Internacional”



Ciudad de Panamá

20 y 21 de noviembre de 2025

Modalidad Virtual Síncrona

Título: “Actas del X Congreso en Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología - IDI-UNICYT 2025”

Edita: Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología

Coordinador de edición: Dr. Héctor Mazurkiewicz Rodríguez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5953-5171>

Comité Organizador del Congreso:

Dr. Héctor Mazurkiewicz Rodríguez (Chairman)

Dra. Yuly Ana Esteves González

Dra. Rosina Paola Lucente Briceño

Mgter. Itza Damaris Madrid Sánchez

Mgter. Zoraida Rosas Bonilla

Dra. Iris Mazurkiewicz de Pérez

Mgter. Sabrina Portillo Salih

Mgter. Hugo Ariel Barba

Rector

Dr. William Núñez Alarcón

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT)

Ciudad de Panamá, Panamá

Secretaria General

Mgter. Alba Isabel Mata de López

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT)

Ciudad de Panamá, Panamá

Plataforma del Congreso: <https://unicyt.ac.pa/moodle/>

Plataforma desarrollada por: Dra. Yuly Ana Esteves González

Página web del Congreso: <https://idi.unicyt.edu.pa/idi-unicyt-2025/>

Diseño de página web: Dr. Héctor Mazurkiewicz Rodríguez



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025>

Sello Editorial: Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (9962-5599)

Fecha: 2026-03-30

Ciudad de Panamá, Panamá

**ACTAS DEL
X CONGRESO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE LA UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
“UN CONGRESO CON TRAYECTORIA Y ALCANCE INTERNACIONAL”
IDI-UNICYT 2025**

CONTENIDO

EDITORIAL	Pág. 14
DISCURSO DE APERTURA DEL IDI-UNICYT 2025	15
CONFERENCIAS MAGISTRALES	16
2026: LOS RETOS INMINENTES DE LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	17
Mayorga, Francisco J. – Asociación de Inteligencia Artificial Latinoamericana / Washington, Distrito de Columbia, Estados Unidos	
ÉTICA, GÉNERO Y TECNOLOGÍA: EL DESAFÍO DE LOS SESGOS DE GÉNERO EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	21
López Belloso, María – Universidad de Deusto San Sebastian / España	
DEL PROMPT AL PROTOCOLO: IA GENERATIVA PARA DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN REPRODUCIBLES	30
Meléndez Gómez, Nelly Coromoto – Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología / Universidad Monteávila / Caracas, Venezuela	
INGENIERÍA BASADA EN EVIDENCIAS: EL PAPEL DE LAS REVISIONES SISTEMÁTICAS	36
Torres, Praxedes – Universidad Tecnológica de Panamá / Panamá, Panamá	
PONENCIAS	41
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TLAXCALA	42
Hernández Corona, José Luis / Carmona Reyes, Jonny / Mendoza Vázquez, Ernesto	
DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE ARRITMIAS CON PYTHON: BRADICARDIA SINUSAL	48
Sandoval Martínez, Manuel / Morales Barrón, Claudia / Castillo Izquierdo, Luz Elba / Izquierdo Córdova, Ramón	
RIESGOS LATENTES EN BLOCKCHAIN: ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES CRÍTICAS Y SU IMPACTO EN ENTORNOS DESCENTRALIZADOS	56
Santacruz Aguirre, Carlos Marino / Núñez Alvarez, Yenny Stella / Dulce Villarreal, Edgar Roberto / Mantilla Torres, Eduard Antonio	
MÁS ALLÁ DEL AULA: PLATAFORMA WEB MODULAR DE FÍSICA PARA POTENCIAR LA COMPRENSIÓN CIENTÍFICA	62
Trujillo Boada, Alexis Alejandro / Pailiacho-Mena, Verónica	
COMPETENCIAS DOCENTES PARA LA INTEGRACIÓN DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA COMUNICACIÓN SOCIAL	68
Cedeño González, Nataly Alicin / Briceño, Magally	
DISEÑO INCLUSIVO EN LA INDUSTRIA DEL GAMING: UNA CLASIFICACIÓN BASADA EN EL TIPO DE DISCAPACIDAD DE JUEGOS PARA COMPUTADORA	74
Herket Pilataxi, Richard Beycker / Garcés-Freire, Enrique Xavier / Pailiacho-Mena, Verónica Maribel	

NUEVAS OPORTUNIDADES Y DESAFIOS PARA LA INNOVACIÓN EN LA ERA DIGITAL Hernández Mendoza Sandra Luz / Olguín Guzmán Edgar / Hernández Mendoza Jorge Martín	82
MARKETING DIGITAL UN ALIADO DEL SECTOR DE AUTOPARTES Aguilar Mera, Gisella Azucena / Matamoros Coloma, Geovanny Eloy	87
TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS Y ESTÁNDARES DE GOBERNANZA TI Y CIBERSEGURIDAD COMO EJES ESTRATÉGICOS EN LA TRANSFORMACIÓN DE PROCESOS MINEROS EN COLOMBIA Núñez Álvarez, Yenny Stella	96
RECREANDO EL PASADO: EL USO DEL COSPLAY COMO PUESTA DE ENSEÑANZA DE HISTORIOGRAFIA DE POBLACIONES NEGRAS EN EL CARIBE NEOGRANDINO Mendoza Manotas, María Angélica Del Mar	101
GESTIÓN INTEGRAL DE DISEÑO: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN CIUDADES VULNERABLES A INUNDACIONES López Ortiz, Jorge	108
COMPETENCIAS DIGITALES EN LOS EMPRENDEDORES DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL DEL ITESCO: DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIAS DE MEJORA Jiménez Arteaga, Gabriela / Gamboa Rodríguez, Patricia Guadalupe / Jiménez Martínez, Karla Alejandra / Betanzos Valenzuela, Oscar Homero	115
ECOSISTEMA DEL CONOCIMIENTO VITIVINÍCOLA EN MENDOZA ARGENTINA Sánchez Mantica, Damián Gabriel	121
LIDERAZGO TRANSFORMACIONAL EN JÓVENES DE CÓRDOBA: HABILIDADES, CAPACIDADES Y DIFERENCIAS DE GÉNERO Simancas Fernández, Marlen / Valencia Santodomingo, Emma / Marina B. Martínez-González / Delgado Sánchez, Flor	127
INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES EN EL PROCESO EDUCATIVO. CÓMO APROVECHAR LAS OPORTUNIDADES Y MITIGAR LOS RIESGOS ÉTICOS Y LEGALES Rodríguez, Ana Rosa	134
FACTORES ASOCIADOS A LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL EN PACIENTES POSTQUIRÚRGICOS DE LESIONES DE PLEXO BRAQUIAL EN EL HOSPITAL DOCENTE DOCTOR DARÍO CONTRERAS, SANTO DOMINGO ESTE, AGOSTO-OCTUBRE 2024 Ferrerías-Alayon, Stephany / Ortiz Lopez, Yeilin / Vargas Nuñez, Yoelina / Brito Acevedo, Kervin	138
INNOVACIÓN EDUCATIVA Y SOSTENIBILIDAD EN TURISMO: HACIA UN MODELO EDUCATIVO 5.0 DESDE LA EXPERIENCIA ESTUDIANTIL Sonia Gayosso Mexia / Aide Maricel Carrizal Alonso / Héctor Daniel Molina Ruiz / Fernando Benítez Leal	144
INNOVACIÓN METODOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: ABP E INSTAGRAM COMO RECURSOS DIDÁCTICOS Pastor Cerezo, Vanesa / Anciones Anguita, Kristel	149
DEL ÁLBUM FAMILIAR AL FEED DIGITAL: PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES ADOLESCENTES SOBRE EL SHARENTING Anciones Anguita, Kristel / Pastor Cerezo, Vanesa	154

IMPACTO POSTPANDEMIA DEL COVID-19 EN LA CALIDAD DE VIDA, FUNCIONAMIENTO FAMILIAR Y ESTRÉS PERCIBIDO EN POBLACIÓN VULNERABLE DE ZONAS DE CONFLICTO ARMADO EN MONTERÍA, COLOMBIA	160
Celedón Rivero, Jose Carlos / Morales Martínez, Mario Alberto / Hernández Padilla, Juan Alberto / Blanquicett Romero, Julio Cesar	
PATRONES DE CONSUMO DE LOS SALVADOREÑOS SOSTENIBLES AMBIENTALMENTE	167
Castillo Ponce, Bryan Alejandro / Sagastume Gatica, Josué Caleb / Rosales Arévalo, María Delia	
MAS ALLÁ DEL PROTOBOARD: DISEÑO DE MÓDULO ESPECIALIZADO EN LA ENSEÑANZA DE LA ELECTROTECNIA	171
Lima Herrera, Sara Lilia / Ramírez Rodríguez, Edgar Miguel	
MODELOS DE GESTIÓN DE LA INTERNACIONALIZACIÓN INVESTIGATIVA EN HONDURAS: PERSPECTIVAS DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO	176
Zelaya Perdomo, Iving / Montañés Serrano, Manuel	
INTERACCIONES DIGITALES Y DINÁMICAS DE COLABORACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR	182
Pérez Méndez, Jazmín / Cárdenas Castellanos, Janitzín	
COMPLEMENTARIEDADES ENTRE INNOVACIONES DE PRODUCTO Y PROCESO EN EMPRESAS PARAGUAYAS	187
Sotto, Romina	
EL IMPACTO DE LA PANDEMIA COVID-19 EN LA RECAUDACIÓN TRIBUTARIA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	192
Montalvo Chan, Carlos Alberto / Pérez Hernández, Alma Cristina / Castellanos Osorio, Alan Alberto / Sulub Ku, Candida del Rocio / Manzanero Gutiérrez, Alba Rosaura	
MICROVÍDEOS COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA ALUMNADO CON NEAE EN FORMACIÓN PROFESIONAL	198
Montaño Sobrino, Antonio Manuel / Conde Jiménez, Jesús / Martín Gutiérrez, Ángela	
PERFILES DE INNOVACIÓN LOGÍSTICA EN EMPRESAS PARAGUAYAS	204
Sotto, Romina / Baéz, María del Mar / Guizmaraes, Liliana	
VIOLENCIA DE GÉNERO COMO PROBLEMA ESTRUCTURAL: CONVERGENCIAS Y TENSIONES ENTRE LA JURISPRUDENCIA Y LA EVIDENCIA EMPÍRICA EN ECUADOR	208
Moreno-Polo, Miguel Francisco / Reyes-Guaranda, Mauricio Esteban / Briones-Arias, Christhye Ionne	
ANÁLISIS DE PATRONES DIFERENCIADOS DE LA CONDUCTA EMPRENDEDORA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SALVADOREÑOS	214
Suárez Samayoa, Adriana / Bazán Castro, Gabriela Michelle / Rodríguez González, Mónica Lucía / Palacios Andreu, Carolina / Gil Olmedo, Rocío Raquel / Trujillo Valdés, Karla Ivette	
CONVERGENCIA DIGITAL SOSTENIBLE. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN EN CADENAS DE SUMINISTRO AGRÍCOLAS: RUTAS HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LATINOAMÉRICA	221
Suescum Coelho, Car-Emyr / Suescum Coelho, Carluis / Suescum Coelho, Carlysmar / Suescum Coelho, Carelys / Coelho Freitas, Carmen María	
MODELOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	227
Aguilar-Aguilar, Leslie Soraya	

EL LÍMITE COMO OPORTUNIDAD: LOS “IMPOSIBLES” DE LA ESCRITURA BIOGRÁFICA García-Ramos Herrera, Isabella	233
ELEMENTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL CURRÍCULUM DEL BACHILLERATO CIENTÍFICO EN PARAGUAY Benítez Prieto, Carmen Susana	237
VIOLENCIA ESCOLAR Y FORMACIÓN DOCENTE EN PARAGUAY: UN ANÁLISIS DESDE LA SOCIOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN Y EL CASO DEL PROYECTO “CONVIVENCIA SANA ENTRE PARES” Roa Figueredo, Marta Carolina	243
ENGAGEMENT ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE MONTERÍA-CÓRDOBA Alemán Petro, Carlos Manuel / Díaz Páez, Ivana Andrea / Simancas Fernández, Marlen	249
OPTIMIZACIÓN ESTRATÉGICA EN EMPRESA LÁCTEA CUBANA Mateo Rodríguez, Juan Antonio / García Rodríguez, Anicel	254
IMPACTO PSICOSOCIAL EN PERSONAS PORTADORA DE BOLSA DE OSTOMÍA Waimin, Meylin / Martínez, Riccy / Cruz, Yudaysi / Martínez, Yeslin / Gomes, Ronal	260
RELACIÓN ENTRE EL ESTRÉS Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL MONTERÍA, COLOMBIA Miranda Sáez, Karol Alejandra / Pacheco Muñoz, Wendy Yaneth / Simancas Fernández, Marlen Raquel	266
DIMENSIONES SEMÁNTICAS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: UN ENFOQUE INTEGRADO PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS Y LA SOSTENIBILIDAD ORGANIZACIONAL Palomino Bernal, Juan Francisco / Colmenero Fonseca, Fabiola / Rodríguez Pérez, Ramiro / Carcel-Carrasco, Javier	271
FACTORES DETERMINANTES DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA EN MÉXICO Martínez Cota, Magdiel Santiago / Aguilera Fernández, Albany / Amarillas Urbina, Víctor Acxel	277
RELACIÓN ENTRE ALFABETIZACIÓN FINANCIERA E INGRESO: EVIDENCIA PARA MÉXICO Araujo Hinojos, Jesús Omar / Aguilera Fernández, Albany / Sánchez Alcalde, Luis Amado	283
TURISMO INTELIGENTE Y SOSTENIBILIDAD: APORTES DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LA EDUCACIÓN SUPERIOR A LA AGENDA 2030 Hiram Zagnité Gónzaga Quezada / Sonia Gayosso Mexia / Aide Maricel Carrizal Alonso / Christopher Antonio Muñoz Ibáñez	289
EL ABP COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS Burgos Zambrano, Débora Judith	295
UNIVERSIDADES COMO NODOS ESTRATÉGICOS EN ECOSISTEMAS DE INNOVACIÓN SOSTENIBLE: UN ANÁLISIS COMPARADO EN AMÉRICA LATINA Palma, Pamela	302
NUEVOS PARADIGMAS EN LA TRANSICIÓN HACIA CIUDADES INNOVADORAS Y SOSTENIBLES: UNA EXPERIENCIA DE GOBERNANZA PARTICIPATIVA Zanfrillo, Alicia Inés / Palma, Pamela	307

DE LA FE AL PATRIMONIO: EL CASO DE LA PEREGRINACIÓN A NUESTRA SEÑORA DE ITATÍ (CORRIENTES- ARGENTINA) López, Clara Lucía / Guillán Bosch, María Isabel / Ramírez Gómez, Esteban Daniel / Vidarte, Pablo Joel Alejandro / Navarro Fernández, Sara Elisa	312
LA CONSTRUCCIÓN DEL JUGADOR DE AGE OF EMPIRES EN CULTURA, EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA Vidarte, Pablo Joel Alejandro / Ramírez Gómez, Esteban Daniel / Guillán Bosch, María Isabel / Navarro, Sara / López, Clara Lucía	318
DOCENTES FRENTE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN BACHILLERATO: UN ESTUDIO EXPLORATORIO EN DEGOLLADO, JALISCO Jiménez Bernardino, Ángel Ernesto / Álvarez Ascencio, Jorge Alberto	324
INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LAS TAXONOMÍAS DE BLOOM Y SOLO Villagrán Villegas, Luz Yazmín / Reyes Ortega, Karlos / Morales Ramírez, Nayely / Pintado González, Azalia	330
NATIVOS DIGITALES Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO Martínez Meza, Margarita / Villagrán Villegas, Luz Yazmín / Fernández Valdés, Dayvis / García Muñoz Luis Agustín	336
INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO EDUCATIVO: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA ESTUDIANTIL Mazurkiewicz, Iris	343
FLUCTUACIONES DEL DÓLAR Y SU IMPACTO EN LOS PRECIOS EN PANAMÁ: ANÁLISIS DOCUMENTAL Y ECONÓMICO EN ECONOMÍAS DOLARIZADAS Guerra, Fernando / Mazurkiewicz, Iris / Pandales, Miguel / Pérez, Martha / Quirós, Miguel / Villavicencio, Mercedes	348
DRONES EN EL AMBITO DE LA POLÍTICA INTERNACIONAL CONTEMPORÁNEA Castañeda Mejías, Carlos Felipe	353
CIENCIAS EMERGENTES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y EL APRENDIZAJE INNOVADOR DE LOS NIÑOS EN MÉXICO: HACIA UN ECOSISTEMA INTERDISCIPLINARIO Villagrán Villegas, Luz Yazmin / Fernández Valdés, Dayvis / Villagrán Villegas, Areli Jocabed / Domínguez Martínez, Daniel / Palomino Martínez, Jesús Eduardo / Chew Pego, Paola Delfina	358
DOSIS ABSORBIDA POR ÓRGANOS RADIOSENSIBLES EN UNA TC DE CABEZA Vázquez-Bañuelos, Joel / Hernández-Murillo, Christian Geovanni / Escalera-Velasco, Luis Alberto / Vega-Carrillo, Héctor René / Torres-Cortés, Carina Oliva / Campillo-Rivera, Guillermo Eduardo	365
BLOCK DE CONCRETO COMO BLINDAJE CONTRA RAYOS X Vázquez-Bañuelos, Joel / Hernández-Murillo, Christian Geovanni / Escalera-Velasco, Luis Alberto / Vega-Carrillo, Héctor René / Torres-Cortés, Carina Oliva / Márquez-Mata, Claudia Angélica	371
IMPACTO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN EL ITSSNP Hernández Corona, Sergio / Aguilar Paniagua, Yoana Nery / Diaz Merchan, Guadalupe Aney	377
CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE LA JALEA REAL USADA PARA CONSUMO HUMANO	395

Alcalá Escamilla, Karla Itzél / Sandoval Peraza, Valentino Mukthar

ADSORCIÓN DE NAPROXENO Y DICLOFENACO MEDIANTE HIDROGELES DE QUITOSANO: ANÁLISIS UTILIZANDO MODELACIÓN COMPUTACIONAL 401
Rojas Pabón Miguel Andrés / Rangel Vázquez Norma Aurea

EFFECTO DE LA POSICIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA, EN LA RESPUESTA TRANSITORIA PARA UN REACTOR TUBULAR, EN EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE BENCENO PARA PRODUCIR ANHIDRIDO MALEICO 406
Manica Jauregui, Magdalena / Garcia Rojas, Isai / Urrea García, Galo Rafael / Luna Solano, Guadalupe

SÍNTESIS CATALÍTICA DE DIHIDROPIRIMIDINONAS VÍA REACCIÓN MULTICOMPONENTES DE BIGINELLI 413
García Fontana, Jacqueline / Ferretti, Cristián Alejandro / Díez, Verónica Karina

OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLEUROTUS OSTREATUS UTILIZANDO RESIDUOS DEL CULTIVO DE ALGODÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO 419
Amador-Hernández, Bethzy Roció / Velázquez-Saldaña, Helen Yanet / Pineda-Martínez, Salvador / Rivera-Zamarripa, Alfredo Daniel / Ríos-Plaza, Juan Luis

PROPAGACIÓN DE EUPHORBIA ANTISYPHILITICA: EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ESQUEJES EN SISTEMAS DE HIDROPONÍA NFT Y CAMPO ABIERTO 427
Ríos-Plaza, Juan Luis / Galindo-Guzmán, Magdalena / Segura-Echavarría, Oscar Alan / Pastor-López, Francisco Javier

DESARROLLO DE CATALIZADORES RESISTENTES AL AGUA PARA LA SINTESIS DE ÁCIDO LÁCTICO A PARTIR DE DIHIDROXIACETONA 433
Romero, Sandra Zulema / Luggren, Pablo Jorge / Díez, Verónica Karina

RECENT ADVANCES IN PEROVSKITE PHOTOCATALYSTS FOR SOLAR-POWERED GENERATION OF SUSTAINABLE FUELS 438
Mego, Kevin / Ruiz-Campos, Pedro / Atienzar, Pedro

PRESENCIA Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE IMPORTANCIA NUTRICIONAL EN JALEA REAL ELABORADA POR APIS MELLIFERA L. 442
Alcalá Escamilla, Karla Itzél / Moguel Ordóñez, Yolanda Beatriz / Betancur Ancona, David Abram

EL IMPACTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19 EN EL DIAGNÓSTICO Y MORTALIDAD DEL CÁNCER EN LA REPÚBLICA DOMINICANA: ANÁLISIS DE SU RELACIÓN SEGÚN LOS DATOS DEL INCART (2019-2021) 446
Peláez Perdomo, Lizbeth

ESTUDIO Y MODELADO DE LA HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE SORCIÓN Y DE LA ENTALPÍA DE SORCIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ FLINT TIPO DURO COLORADO PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA 453
del Rio, Camila / Sologubik, Carlos Ángel / Pagano, Ana María

FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE QUITINA DE SUB-PRODUCTOS DE CAMARÓN 459
Díaz-Vela, Juan / Morales-Palacios, Isalia / Gasperín-García, Erika María

ADSORCIÓN DE COLORANTES TEXTILES AZOICOS (REACTIVE BLACK 5 Y 8) SOBRE HIDROGEL DE QUITOSANO ENTRECruzADO: ESTUDIO COMPUTACIONAL 464
Yupa-Contreras, Wilfredo Ángel / Rangel-Vázquez, Norma Aurea

EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA EN UNA POBLACIÓN DE PRIMARIA PÚBLICA, GUADALAJARA JALISCO	470
Quiroga Pacheco, Michelle / Ruiz Bravo, Amy Sujei / Estrada Contreras, Karla Elizabeth	
APLICACIÓN DE DOLOMITA LOCAL PARA REMOCIÓN DE Pb²⁺ DE SOLUCIONES ACUOSAS	476
Iberra, Malena Sol / Portela, Gisele / Gomez, Ornella Yanett / Tasca, Julia Elena / Wagner, Claudia Cecilia	
FACTORES QUE DETERMINAN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER, TERCER Y SEXTO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CONTADURÍA EN UNA UNIVERSIDAD PRIVADA EN GUADALAJARA, JALISCO.	482
Preciado Pérez Samantha Michelle / Fernández Ruvalcaba Andrea Gabriela / Jiménez Naves Emilio / Estrada Contreras Karla Elizabeth	
IMPACTO Y RELACIÓN DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD CON LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES EN ADULTOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	488
Méndez Núñez, Rayneida / Alcántara Cruz, Koralis Eneroliza	
CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS PROCESOS EROSIVOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN, REPÚBLICA DOMINICANA	493
Nova-Marmolejos Juan Francisco / Jordan Manuel Miguel / Almendro-Candel Maria Belen / Nova-Díaz Rogelio Ernesto	
RELACIÓN ENTRE ESTADO NUTRICIONAL E HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO	500
Aguirre Valadez, Christian Manuel / Estrada Contreras, Karla Elizabeth	
PLATAFORMA MECATRÓNICA DE MOVILIDAD ASISTIDA CON MONITOREO INTELIGENTE EN TIEMPO REAL PARA CANES DE PEQUEÑO TAMAÑO	507
Segovia Calderón, Diego Alexis / Cuenca Sánchez, Alan Daniel	
CLAVES PARA LA ECONOMIA SUSTENTABLE, EL BIENESTAR SOCIAL Y LA PARTICIPACION CIUDADANA EN ECOSISTEMAS LAGUNARES URBANO-COSTEROS	513
Ixtepan Turrent, María del Carmen / Colmenero Fonseca, Fabiola / Palomino Bernal, Juan Francisco	
DE LA NATURALEZA AL DISEÑO MOLECULAR: CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y ENERGÉTICA DE UN DERIVADO DE MEDICARPINA	520
García Zavala, Stephanie / Aviña Verduzco, Judit A. / Herrera Bucio, Rafael / Jiménez Cruz, J. Carlos / Villanueva Mejía, Francisco / Morales Palacios, Fredy Geovannini	
EXPOSICIÓN AL PLOMO Y DESARROLLO COGNITIVO INFANTIL TEMPRANO EN AMÉRICA LATINA: ESTUDIO ECOLÓGICO BASADO EN FUENTES SECUNDARIAS CON ÉNFASIS EN REPÚBLICA DOMINICANA	528
Massih Montero, Wendy Melissa / Morales Peña, Mercedes María / Muñoz Montas, Oniela Francheska	
EVALUACIÓN RÁPIDA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (RAWES) DEL SITIO RAMSAR LAGUNA DE CABRAL, REPÚBLICA DOMINICANA	534
Polanco Espinal, Kennida / Herrera Hernández, Dimitris A. / Martínez-Battle, José Ramón / Graciá, Eva	
ENCAPSULACIÓN DE EXTRACTO DE CANNABIS ALTO EN CBD Y THC: UN ENFOQUE INNOVADOR BASADO EN PLURONIC	541
Protti Cosenza, Luciano / Mentasti, Luciana / Fernández, Agustina / Franchi, Maria Luisa / Glisoni, Romina / Barreto, Gastón	

HACIA SISTEMAS DE LIBERACIÓN TRANSDÉRMICA DE CANNABIDIOL: INCORPORACIÓN DE MICELAS POLIMÉRICAS EN HIDROGELES DE PEGDMA	548
Mentasti, Luciana / Protti Cosenza, Luciano / Fernández, Agustina / Águila Wharton, Alexander / Zucchi, Ileana / Barreto, Gastón	
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA: UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA	554
Sánchez Blanco Joel Scott / Hernández Castellanos Lizbeth Alejandra	
OPTIMIZACIÓN DE CONDICIONES DE CULTIVO IN VITRO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN GENOTIPO DE CANNABIS SATIVA L.	560
Fernandez Alzuri, Agustina / Aguila Wharton, Alexander / Protti Cosenza, Luciano / Scandura, Ignacio / Cogliatti, Maximiliano / Barreto, Gastón	
MODELADO PREDICTIVO DEL CRECIMIENTO MICELIAL BAJO CONDICIONES TÉRMICAS CONTROLADAS EN MICROHONGOS FITOPATÓGENOS, TRICHODERMA HARZIANUM, CLADOSPORIUM CLADOSPORIOIDES, Y CURVULARIA LUNATA: EVALUACIÓN Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO AGRÍCOLA	566
Arquez, Nikolas	
TURISMO, ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL: RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL DE MICHES, REPUBLICA DOMINICANA	573
Salciccia-Frezza, Diana Mabel / Rodríguez-Espinosa, Teresa / Navarro-Pedreño, José	
EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL MEDIANTE CIRCUNFERENCIA MEDIA DEL BRAZO EN ESCOLARES DE 10 A 12 AÑOS DE UNA PRIMARIA PÚBLICA EN GUADALAJARA, JALISCO	580
Peña García Gabriela Elizabeth / Ruíz Vazquez Guadalupe Monserrat / Estrada Contreras Karla Elizabeth	
EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN CON CALCÓGENOS (O, S, SE, TE) EN LAS PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y ÓPTICAS DE SENSIBILIZADORES	587
Báez-Castro, Alberto / Peñuelas-Gámez, Carlos Alberto / Luque-Román Manuel Alonso / Soto-Rojó, Rody Abraham / Baldenebro-López, Jesús Adrián / Glossman-Mitnik, Daniel	
ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES ALIMENTARIAS DESIGUALES Y EL DESARROLLO COGNITIVO INFANTIL EN LATINOAMÉRICA 2015-2022	593
Terrero Ne, Janogui Esther / Torres Encarnación, Isabel Johanna / Castro De La Cruz, Angelo Gabriel	
EFFECTO DE CARGAS GLUCÉMICAS EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO A CORTO PLAZO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	597
Nicolás González, María Fernanda / López Flores, Juan Carlos / Campos Alegría, Perla Liliana / Estrada Contreras, Karla Elizabeth	
ESTUDIO DEL EFFECTO DE TRATAMIENTOS DE DESHIDRATACIÓN CONVENCIONAL Y COMBINADO APLICADOS A LOS FRUTOS DE BUTIA CAPITATA SOBRE SUS PARÁMETROS DE COLOR	604
Buiese, Oriana / Pagano, Ana María	
AGENTES CAUSALES DE MENINGITIS CON MAYOR MORTALIDAD EN NIÑOS POR GRUPO ETARIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA 2020-2021	610
Abreu Bautista, Elianny Elizabeth / Álvarez González, Carla E.	
ESTADO NUTRICIONAL MEDIANTE CIRCUNFERENCIA MEDIA DE BRAZO Y PORCENTAJE DE ADECUACIÓN DE MACRONUTRIMENTOS DEL MENÚ CONSUMIDO,	616

COMEDOR COMUNITARIO DE LA COLONIA BARRAGÁN HERNANDEZ, GUADALAJARA, JAL.

Curiel Díaz, José Jafet / Estrada Lara, José Emiliano / Estrada Contreras Karla Elizabeth

TENDENCIAS EPIDEMIOLÓGICAS DE LA MALARIA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA (2017-2024)

Concepcion Frustuosa, Diana Sarianis

621

MECANISMOS DE INJURIA PULMONAR ASOCIADO AL USO DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS EN MAYORES DE 13 AÑOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Ogando García, Fanny Janet / Pereyra Paniagua, Ashley Marie / Tejada Compres, Krystal Esmeralda

627

INTEGRACIÓN DE HARVEST MAPS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN EL MARCO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Rodríguez Pérez, Ramiro / Palomino Bernal, Juan Francisco / Colmenero Fonseca, Fabiola / Carcel-Carrasco, Javier

633

USO TECNOLÓGICO DEL AGUAMIEL, APLICACIÓN EN UN DULCE TRADICIONAL

Arango Romo, Samantha Aracely / Contreras-López, Elizabeth / Castañeda-Ovando, Araceli / Añorve-Morga, Javier / Jaguey-Hernández, Yari

639

EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO FINO (PM_{2.5}) Y SU RELACIÓN CON PREMATURIDAD Y BAJO PESO AL NACER: ESTUDIO ECOLÓGICO EN REPÚBLICA DOMINICANA (2019–2024)

Trinidad Pérez, Finees / Morales Peña, Mercedes María / Muñoz Montas, Oniela Francheska

645

PREVALENCIA, FACTORES DE RIESGO Y MANEJO DE LA MORBILIDAD MATERNA EXTREMA EN AMÉRICA LATINA: REVISIÓN SISTEMÁTICA (2016–2024)

Pérez Torres, Brinel Jadiela

652

ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE COMPUESTOS FENÓLICOS DEL GÉNERO JUSTICIA COMO INHIBIDORES DE LA MALTASA-GLUCOAMILASA EN DIABETES TIPO

Beltrán Jakes, Luisa Paulina / Soto Rojo, Rody Abraham / Landeros Martínez, Linda Lucila / Baldenebro López, Jesús Adrián / Glossman Mitnik, Daniel

657

COMPORTAMIENTO OPERACIONAL DE LA SOLDADURA HÚMEDA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE A BASE DE NÍQUEL

Castellanos Gonzalez, Orlando Mauricio / Moreno Uribe, Andrés Mauricio / Rodríguez Arias, Ariel / Sanchez Quintana, Duvan / Sanchez Lobo, Eduardo Jose

662

EFFECTO DE LA CORRIENTE PULSADA SOBRE LA ESTABILIDAD DEL ARCO EN SOLDADURA HÚMEDA CON ELECTRODO REVESTIDO

Castellanos Gonzalez, Orlando Mauricio / Moreno Uribe, Andrés Mauricio / Rodríguez Arias, Ariel / Sanchez Quintana, Duvan / Sanchez Lobo, Eduardo Jose

669

OPTIMIZACIÓN DE LAS CINÉTICAS DE SECADO POR CONVECCIÓN EN VEGETALES DE GUANAJUATO, MÉXICO, MEDIANTE CONTROL DIFUSO Y SENSORES IOT

Tabares Martinez, Juan Manuel / Bravo Sánchez, Micael Gerardo / Guzmán López, Adriana / Barranco Gutiérrez, Alejandro Israel / Martinez Nolasco, Juan José

677

MOVIMIENTO OBRERO DOMINICANO DURANTE LA DICTADURA DE TRUJILLO Y LA HUELGA AZUCARERA DE ENERO DEL 1946

Almonte Minaya, Anthony

685

TRANSFORMANDO EL AULA UNIVERSITARIA CON KAHOOT: “GAMIFICACIÓN PARA ACTIVIDAD Y FEEDBACK INMEDIATO”	692
Quirino Rodríguez, Lucio Guadalupe / Ibarra Martínez, Rosa Leticia / López López, Héctor Luis	
LA PRENSA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA HISTORIA CONTEMPORÁNEA	705
Rodríguez Avalos, Jhoannis Jacinto / Marin Llaver, Leonardo Ramón / Moreno Almogueva, Aliuska	
IMPACTO DE BLOCKCHAIN EN LA GESTIÓN DE BANCOS EN HONDURAS	714
Suarez Daniel, Ricardo Augusto / Elvir Zavala, Edison Daniel	
EL DOCENTE QUE QUEREMOS SER: VOCES DE PROFESORES SOBRE LA INNOVACIÓN EDUCATIVA	720
Meléndez Gómez, Nelly Coromoto / Domínguez Villasmil, Virginia / Fonseca Sardi, María Cecilia / Prince Machado, Marcella Solange / Zapata Córdova, Yoselyn Coromoto	
LA REALIDAD AUMENTADA COMO MEDIACIÓN PEDAGÓGICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA	727
Guzman, Diana / Briceño, Magally	
EL RETO DE LA INCLUSIÓN EN COLOMBIA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DEL PIAR	733
Galindo Castelblanco, Doris Adriana / Briceño, Magally	
USO DE SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN	738
Jofre, Pablo Nicolás / Ribeiro Vargas, Tomás / Alvarez, Alicia / Llano, Victor Martín / Garrido, Gladys Graciela	
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MOLINO PARA ABONO ORGANICO	744
González Morales, Cruz Norberto / Hernández Corona, José Luis / Carmona Reyes, Jonny / Mendoza Vázquez, Ernesto	
DE BIOMASA A COMPUESTOS VALIOSOS: SÍNTESIS CATALÍTICA DE ALCOHOL ALÍLICO VÍA DESOXIDESHIDRATACIÓN DEL GLICEROL	751
Castellanos, Nicolás S. / Luggren, Pablo J. / Díez, Verónica K.	
REVOLUCIONANDO EL SECTOR ENERGÉTICO: SINTERIZACIÓN EN FRÍO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA NUEVOS MERCADOS	757
Colmenero Fonseca, Fabiola / Palomino Bernal, Juan Francisco / Gómez Zamorano, Lauren Yolanda / Ruiz López, Daniel	
ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE OXIDACIÓN DE METANO EN SUELOS BAJO DIFERENTES COBERTURAS: APORTES A LA CUANTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA INTRODUCCIÓN DE ÁRBOLES EN SISTEMAS DE PASTIZAL	763
Terán, Ezequiel Jesús / Priano, María Eugenia / Fernández, María Elena	
ANÁLISIS TEÓRICO DE PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y ESPECTROS DE EMISIÓN DE COMPUESTOS DONADOR-ACEPTOR CON TRIFENILAMINA Y TRIFENILFOSFINA COMO EML PARA OLEDs MEDIANTE DFT Y TD-DFT	767
Peñuelas-Gómez, Carlos Alberto / Báez-Castro, Alberto / Delgado Montiel, Tomás / Soto-Rojas, Rody-Abraham / Baldenebro-López, Jesús-Adrián / Glossman-Mitnik, Daniel	

EDITORIAL

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) tiene el agrado de presentar las Actas del **X Congreso de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (IDI-UNICYT 2025)**, celebrado en modalidad virtual los días 20 y 21 de noviembre de 2025.

Desde su creación en 2016, la serie de congresos IDI-UNICYT ha consolidado una trayectoria de diez años como un espacio clave para la divulgación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, promoviendo la interacción entre investigadores, docentes, estudiantes y profesionales en diversas áreas del conocimiento. A partir de 2020, este evento trascendió definitivamente el ámbito nacional para afirmarse como un congreso con alcance verdaderamente internacional, atrayendo contribuciones de múltiples países y fortaleciendo redes globales de colaboración.

En esta edición –la décima–, el IDI-UNICYT 2025 reafirmó su carácter de “un congreso con trayectoria y alcance internacional”, manteniendo la modalidad de resúmenes ampliados que favorece la visibilidad y el impacto de los trabajos presentados mediante su publicación en estas Actas. Se consolidó el uso de la plataforma Moodle de UNICYT como eje central para la gestión, interacción y desarrollo del evento, asegurando una experiencia virtual dinámica, accesible e inclusiva para participantes de Panamá y del resto del mundo.

La organización del IDI-UNICYT 2025 estuvo a cargo de un equipo de docentes y colaboradores de UNICYT profundamente comprometidos, quienes, bajo la dirección del Rector, Dr. William Núñez Alarcón, dedicaron esfuerzos extraordinarios para llevar a cabo este hito en la historia del congreso. Su labor fue enriquecida por el apoyo activo de la comunidad universitaria y por el valioso aporte del Comité Técnico-Científico, integrado por reconocidos académicos nacionales e internacionales, quienes realizaron una evaluación rigurosa que garantizó la alta calidad científica de las contribuciones seleccionadas.

El Congreso contó con cuatro conferencistas magistrales y los autores de 118 trabajos de investigación aprobados y presentados (88 en modalidad oral y 30 en póster), seleccionados tras recibir 183 resúmenes, lo que resultó en una tasa de aprobación del 64.5%. Investigadores, conferencistas, académicos y profesionales de 20 países participaron activamente en el IDI-UNICYT 2025, enriqueciendo la diversidad académica y consolidando la construcción de redes de colaboración científica a nivel global.

Estas Actas representan un valioso aporte de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a la difusión del conocimiento, con el propósito de generar soluciones innovadoras, compartir experiencias significativas y promover buenas prácticas en los más diversos campos de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Con esta décima edición, el IDI-UNICYT celebra una década de compromiso con la excelencia académica y el avance científico. **¡Gracias a todos los que hicieron posible este hito y los invitamos a seguir siendo parte de esta trayectoria en las próximas ediciones!**

Dr. Héctor Mazurkiewicz R. – Chairman del IDI-UNICYT 2025

DISCURSO DE APERTURA DEL IDI-UNICyT 2025

Dr. William Núñez Alarcón

Rector de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT)

Estimados miembros de la comunidad académica de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT), distinguidos conferencistas nacionales e internacionales, ponentes, investigadores, invitados especiales y participantes del décimo Congreso Internacional de Investigación, Desarrollo e Innovación, IDI-UNICyT 2025. Muy buenos días a todos.

Me honra dirigirme a ustedes en este momento tan significativo. Este congreso representa la décima edición de nuestro evento emblemático de ciencia, innovación y conocimiento, en un año clave para nuestra institución: el año en que la UNICyT impulsa la acreditación de sus carreras y reafirma su compromiso con la excelencia académica, la investigación y la innovación.

Desde el inicio, el lema de este congreso —investigación, desarrollo e innovación— ha sido más que una frase; ha sido el motor que nos impulsa a buscar soluciones a los desafíos de nuestra sociedad. En esta edición 2025, nos reunimos no solo para compartir hallazgos, sino para trazar la ruta de lo que la ciencia puede lograr cuando se pone al servicio de la humanidad en un entorno digital y globalizado.

Quiero destacar que este evento cuenta con la participación de destacados expertos que, durante estos días, nos brindarán una visión profunda sobre temas de vanguardia: desde la inteligencia artificial y su impacto en la educación, hasta los avances en sostenibilidad, tecnología y gestión del conocimiento. Este intercambio es vital. La ciencia que no se comparte, no transforma; y ustedes están aquí precisamente para transformar.

Agradezco profundamente al comité organizador, a los docentes, investigadores y al personal administrativo que han trabajado incansablemente para que este décimo congreso sea una realidad. Pero, sobre todo, les agradezco a ustedes, los participantes, porque su curiosidad intelectual es la que da vida a estos espacios.

UNICyT es una universidad que mantiene intacta su energía, su propósito de cambio y su capacidad de abrir caminos nuevos. Que estos dos días —20 y 21 de noviembre de 2025— sean el punto de partida de muchas colaboraciones fructíferas, de investigaciones que generen valor y de una universidad que reafirma su compromiso con la excelencia.

Muchas gracias a todos por su presencia, por su aporte y por sumarse a esta aventura de conocimiento sin fronteras. Que el décimo congreso de UNICyT 2025 sea un éxito creciente y que juntos sigamos haciendo historia.

Querida comunidad UNICyT e invitados nacionales e internacionales: aprovechen cada espacio, conecten, dialoguen y creen redes. En este momento, y en mi calidad de Rector de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT), declaro oficialmente inaugurado este congreso.

¡Bienvenidos todos!

CONFERENCIAS MAGISTRALES

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-01>

2026: LOS RETOS INMINENTES DE LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

CONFERENCISTA MAGISTRAL

Mayorga, Francisco J.

Asociación de Inteligencia Artificial Latinoamericana
Washington, Distrito de Columbia, Estados Unidos
fmayorga@aya.yale.edu

RESUMEN

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) ha transformado la arquitectura del pensamiento científico y la velocidad con la que expandimos los límites del saber. En este trabajo, examino la relación simbiótica y, a menudo, conflictiva entre la capacidad de procesamiento de las máquinas y la brújula ética y creativa del cerebro humano. Propongo que el investigador contemporáneo no debe ser un seguidor de los algoritmos, sino su conductor, situándose estratégicamente en las "esquinas" de la frontera del conocimiento. Analizo, además, las implicaciones de estas herramientas para el desarrollo académico en América Latina, enfatizando que la verdadera inteligencia no reside en la automatización de datos, sino en la disciplina intelectual para formular las preguntas correctas y liderar el proceso de descubrimiento.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Investigación Científica, Frontera del Conocimiento, Disciplina Intelectual, Innovación, América Latina.

ABSTRACT

The emergence of Artificial Intelligence (AI) has transformed the architecture of scientific thought and the speed at which we expand the boundaries of knowledge. In this article, I examine the symbiotic and often conflictive relationship between the processing power of machines and the ethical and creative compass of the human brain. I propose that the contemporary researcher must not be a follower of algorithms but their driver, strategically positioning themselves at the "corners" of the frontier of knowledge. Furthermore, I analyze the implications of these tools for academic development in Latin America, emphasizing that true intelligence does not reside in data automation, but in the intellectual discipline to ask the right questions and lead the discovery process.

Keywords: Artificial Intelligence, Scientific Research, Knowledge Frontier, Intellectual Discipline, Innovation, Latin America.

1. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un momento de trascendencia histórica donde la tecnología ha dejado de ser un mero soporte para convertirse en un actor central de la producción científica. Sin embargo, esta aceleración conlleva un riesgo latente: la pérdida de la dirección humana en el proceso investigativo. La premisa fundamental que sostengo es que, ante el avance vertiginoso de la IA, el investigador debe reclamar su posición de vanguardia. No se trata de competir con la máquina en velocidad, sino de superarla en propósito. Este artículo explora cómo podemos utilizar estas herramientas para profundizar en áreas específicas del saber sin perder la esencia crítica que define a la ciencia.

2. DESARROLLO TEMÁTICO

2.1. El Investigador como Conductor, no como Pasajero

La capacidad de la IA para generar gráficos, tablas y organizar volúmenes masivos de información es, sin duda, una ventaja operativa. No obstante, advierto sobre el peligro de "ir detrás de la máquina". La inteligencia artificial opera bajo patrones de probabilidad y datos preexistentes; carece de la "brújula del cerebro humano".

Un investigador debe poseer una idea rectora antes de interactuar con la herramienta. La máquina puede proponer estructuras, pero solo el rigor humano puede validar si esa propuesta tiene sentido dentro de un marco ético y científico. La disciplina no es negociable: si permitimos que la máquina tome las decisiones de fondo, el resultado no será conocimiento, sino una imitación estadística de la realidad.

2.2. Posicionamiento en la Frontera del Conocimiento

El concepto de "frontera del conocimiento" es dinámico. Mi propuesta es que cada investigador debe identificar una "esquina" específica de esa frontera. La IA nos permite cartografiar lo que ya existe con una velocidad sin precedentes, facilitando la identificación de los vacíos de información o *research gaps*.

Una vez identificado este espacio, el investigador debe emplear la IA para potenciar su inquietud intelectual. ¿Qué es lo que la máquina no puede ver? ¿Dónde fallan sus predicciones? Es ahí, en la anomalía y en la pregunta disruptiva, donde reside la verdadera innovación. La conducción debe ser firme: usamos la tecnología para llegar más rápido a la frontera, pero somos nosotros quienes decidimos cruzarla hacia lo desconocido.

2.3. Desafíos Estructurales y el Contexto Latinoamericano

Para América Latina, y específicamente para instituciones como UNICYT, la IA representa una oportunidad estratégica para cerrar brechas históricas. Sin embargo, esto requiere un cambio de paradigma en la educación superior. No podemos limitarnos a ser usuarios finales de software desarrollado en otras latitudes.

Debemos fomentar una cultura de investigación que integre la IA desde la metodología, pero reforzando las humanidades y el pensamiento crítico. La tecnología es un equalizador: permite que un investigador en Managua acceda a las mismas capacidades de procesamiento que uno en Boston o Londres. El factor diferenciador será, por tanto, la calidad del "prompting" (la capacidad de preguntar) y la profundidad del análisis posterior.

2.4. La Ética de la Verdad en la Era Algorítmica

Durante las sesiones de preguntas y respuestas en el Congreso IDI-UNICYT, surgió una preocupación válida sobre la veracidad y la ética. La IA puede "alucinar" o replicar sesgos. Por ello, la validación humana es el último bastión de la integridad científica. La bibliografía y las fuentes deben ser contrastadas con rigor; la máquina es un asistente, pero la responsabilidad del hallazgo recae exclusivamente sobre el firmante.

3. CONCLUSIONES

La Inteligencia Artificial es el telescopio de nuestra era: nos permite ver más lejos y con más detalle, pero no nos dice qué observar ni cómo interpretar la belleza o la utilidad de lo descubierto. Mis conclusiones tras este análisis son:

1. **Primacía de la Idea:** Ningún algoritmo puede sustituir la chispa de la inquietud humana. La investigación nace de una duda, no de una base de datos.

2. **Liderazgo Metodológico:** Debemos posicionarnos "delante de la máquina". Esto implica conocer sus alcances para dominarlos, no para ser dominados por ellos.
3. **Compromiso Regional:** América Latina tiene en la IA un aliado para saltar etapas de desarrollo, siempre que mantengamos una conducción académica disciplinada y orientada al bien común.

REFERENCIAS

- Floridi, L., & Sanders, J. W. (2004). On the Morality of Artificial Agents. *Minds and Machines*, 14(3), 349–379.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNICYT. (2025, 20 de noviembre). *Congreso IDI-UNICYT 2025 (Día 1)* [Grabación de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/live/uQMpzMCFTzM>

ANEXOS

Memorias de la conferencia en imágenes:





GNoME

Nuevas manufacturas en el horizonte

- Baterías más eficientes, más baratas.
- Nuevas cerámicas para la electrónica.
- Materiales superiores para semiconductores.
- Cristales inteligentes.
- Textiles inteligentes.



Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-02>

ÉTICA, GÉNERO Y TECNOLOGÍA: EL DESAFÍO DE LOS SESGOS DE GÉNERO EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

CONFERENCISTA MAGISTRAL

López Belloso, María

Universidad de Deusto San Sebastian, España

mlbeloso@deusto.es

<https://orcid.org/0000-0003-4857-2967>

RESUMEN

La ponencia analiza la intersección entre ética, género y tecnología para mostrar que la inteligencia artificial (IA) no es neutra, sino que se inscribe en una genealogía patriarcal y colonial que atraviesa datos, instituciones y marcos de valor. A partir de la hermenéutica de la sospecha y de la epistemología feminista, se revisan la brecha digital de género, la segregación horizontal y vertical en las carreras STEM, y la violencia y el acoso en línea, como condiciones estructurales que alimentan los sesgos algorítmicos. Se distinguen tres niveles de riesgo en la IA —sesgo en los datos, representación limitada en los equipos de diseño e impacto desigual de las decisiones automatizadas— y se dialoga con propuestas como Gendered Innovations y el humanismo tecnológico. Finalmente, se plantean líneas de acción ético-jurídicas: integrar la perspectiva de género, interseccional y decolonial en todo el ciclo de vida de los sistemas de IA; redistribuir el valor de las contribuciones; visibilizar y crear referentes femeninos; y desarrollar marcos normativos robustos (UNESCO, UE) que orienten la IA hacia una justicia tecnológica efectiva..

Palabras clave: inteligencia artificial; ética feminista; sesgos de género; humanismo tecnológico; regulación algorítmica.

ABSTRACT

The paper examines the intersection of ethics, gender and technology to show that artificial intelligence (AI) is not neutral, but embedded in a patriarchal and colonial genealogy that shapes data, institutions and value frameworks. Drawing on the hermeneutics of suspicion and feminist epistemology, it analyzes the digital gender gap, horizontal and vertical segregation in STEM fields, and online violence and harassment as structural conditions that feed algorithmic bias. The presentation distinguishes three levels of risk in AI systems—bias in data, limited representation in design teams and unequal impact of automated decisions—and engages with proposals such as Gendered Innovations and technological humanism. Finally, it outlines key ethical-legal lines of action: integrating gender, intersectional and decolonial perspectives into the entire AI lifecycle; redistributing the value of contributions; making women's scientific and technological achievements visible and creating new role models; and developing robust regulatory frameworks (UNESCO, EU) that guide AI towards effective technological justice and the protection of women's rights.

Keywords: artificial intelligence; feminist ethics; gender bias; technological humanism; algorithmic regulation.

ÉTICA, GÉNERO Y TECNOLOGÍA: EL DESAFÍO DE LOS SEGOS DE GÉNERO EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La ponencia parte de una pregunta central: ¿por qué es necesario pensar juntas ética, género y tecnología, y qué puede aportar una mirada jurídica en ese cruce? La tesis de fondo es que la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías digitales no son neutras: se construyen sobre una historia larga de patriarcado y colonialismo que atraviesa los datos, las instituciones y las formas de definir qué cuenta como conocimiento, progreso o valor.

Frente a la imagen de las nuevas tecnologías como herramientas novedosas que simplemente “se añaden” a la sociedad, la ponencia recuerda que solemos reaccionar tarde: primero se despliega la innovación, luego impregna la vida cotidiana y solo después empezamos a ver sus efectos indeseados. En el caso de la IA, esa demora es especialmente peligrosa, porque hablamos de sistemas que ya están influyendo en decisiones sobre empleo, salud, seguridad, participación política o acceso a servicios básicos. De ahí la necesidad de una reflexión anticipatoria que combine ética y derecho, en lugar de limitarse a gestionar daños a posteriori.

Desde la perspectiva de género, el punto de partida es claro: la revolución digital reproduce desigualdades preexistentes. Las cifras de uso de Internet, la brecha en competencias digitales, la infrarrepresentación de mujeres en carreras y profesiones STEM, y los datos sobre acoso y violencia de género en línea muestran que la supuesta neutralidad tecnológica se asienta sobre una distribución desigual de poder y de acceso. Al mismo tiempo, los sistemas de IA aprenden de datos que reflejan sociedades atravesadas por estereotipos y discriminaciones, y tienden a consolidarlos si no se interviene deliberadamente.

Una genealogía patriarcal de la ciencia y la tecnología

Abordar conjuntamente ética, género y tecnología permite entender cómo se diseñan, implementan y gobiernan las tecnologías emergentes –en especial la inteligencia artificial (IA)– y cómo sus efectos se distribuyen de forma desigual entre mujeres y hombres. La tecnología no es neutra: se usa crecientemente para apoyar decisiones que afectan derechos y oportunidades, por lo que es imprescindible que su desarrollo se someta a garantías éticas y a marcos jurídicos que protejan derechos fundamentales, supervisen daños y establezcan responsabilidades. Ahí la mirada jurídica resulta clave para traducir principios éticos en normas y mecanismos concretos aplicables a los sistemas de IA.

La innovación digital y la IA se insertan en una realidad marcada por el androcentrismo: lo masculino se ha tomado históricamente como medida de lo humano. Esto condiciona qué problemas se consideran relevantes y qué soluciones se diseñan, más aún cuando los equipos tecnológicos están formados mayoritariamente por hombres. La ética feminista, siguiendo a autoras como Ana de Miguel¹, no sólo reclama inclusión, sino que deslegitima la exclusión de las mujeres y muestra los costes que tiene para la calidad y la justicia de las tecnologías. En este contexto, la brecha digital de género y la violencia en línea contra las mujeres son síntomas de que la IA tiende a reproducir prejuicios presentes en los datos y en las estructuras sociales, generando decisiones discriminatorias.

¹ De Miguel, A. (2021). *Ética para Celia*. EDICIONES B

Frente a una visión ingenuamente optimista de la tecnología, se subraya la necesidad de anticipación: no basta con reaccionar cuando los daños ya se han producido². Una perspectiva ético-jurídica con enfoque de género exige evaluar ex ante el impacto de los sistemas de IA y reconocer la “doble verdad”: mientras las leyes proclaman la igualdad formal, persisten desigualdades materiales que la tecnología puede agravar³. De ahí la importancia de redefinir qué consideramos “bueno” desde una óptica feminista, desplazando el foco desde la mera eficiencia hacia la sostenibilidad de la vida y los cuidados.



La ponencia adopta una hermenéutica de la sospecha⁴ para cuestionar tres ideas muy extendidas: que “la tecnología es cosa de chicos”, que “las chicas no estudian tecnología porque no quieren” y que “la tecnología es neutra”. Estas creencias funcionan como sentido común acrítico que oculta barreras estructurales, estereotipos y relaciones de poder. Desmontarlas es condición necesaria para comprender cómo se producen los sesgos de género en la IA y para construir marcos normativos, éticos e institucionales orientados a una tecnología más justa, inclusiva e igualitaria.

La hermenéutica de la sospecha

La ponencia aplica la hermenéutica de la sospecha a tres ideas de “sentido común” sobre tecnología y género, mostrando que no son descripciones neutras, sino discursos que ocultan estructuras de poder.

1.-“La tecnología es cosa de chicos”

En lugar de aceptar esta frase como constatación “realista”, la ponencia la somete a crítica a la luz de los datos: las mujeres están masivamente presentes en la educación superior y en la investigación, pero muy infrarrepresentadas en STEM y, especialmente, en TIC y puestos de liderazgo tecnológico. La sospecha recae sobre la interpretación: no es que a las mujeres “no les interese” la tecnología, sino que la socialización, los estereotipos, la falta de referentes y la organización sexista del reconocimiento y los salarios van filtrando quién entra, quién se queda y quién asciende. La frase funciona así como coartada para justificar una injusta distribución de acceso, prestigio y poder.

² Rodríguez Zabaleta, H., & Urueña López, S. (2019). La seguridad en tiempos de innovación responsable: hacia una propuesta de “riesgo anticipatorio”. *Anticipación e innovación responsable: la construcción de futuros alternativos para la ciencia y la tecnología*.pág 13

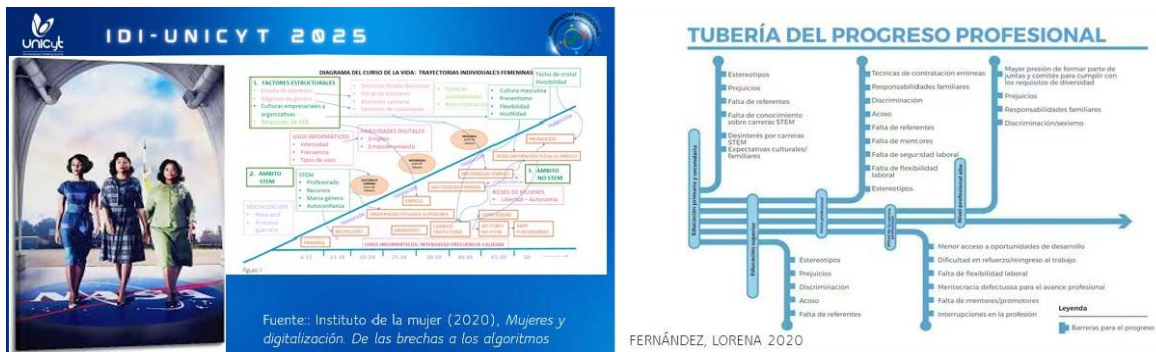
³ De Miguel, A (2021) Opus cit p.51

⁴ Ibidem



2.-“Las chicas no estudian carreras tecnológicas porque no quieren”

Aquí la ponencia cuestiona que se trate de una decisión puramente individual. A partir de estudios empíricos, muestra cómo las expectativas del profesorado, los estereotipos sobre matemáticas desde edades tempranas y la imagen poco “social” que se proyecta de las STEM erosionan la autoconfianza y el interés de muchas chicas. La hermenéutica de la sospecha revela que culpar a la “falta de voluntad” invisibiliza factores estructurales (currículos, orientación académica, clima de los espacios STEM) que condicionan las elecciones vocacionales.



3.-“La tecnología es neutra”

La ponencia desconfía de esta neutralidad y pregunta quién diseña las tecnologías, desde qué valores y para qué fines. Recupera la idea de que la tecnología se ha desarrollado históricamente en contextos patriarcales y coloniales, y analiza las gender techs (píldora, ecografías, apps menstruales) como dispositivos ambivalentes: pueden ampliar autonomía pero también reforzar control, extractivismo de datos y violencias sobre los cuerpos de las mujeres, especialmente en clave decolonial. La sospecha se dirige, por tanto, contra el relato que presenta las tecnologías como herramientas inocentes, mostrando que encarnan decisiones políticas y morales que pueden reproducir desigualdades de género si no se someten a un análisis crítico y regulatorio.



De la ausencia de las mujeres a su tratamiento como objeto,

La ponencia propone pasar de la pregunta “¿por qué faltan mujeres en ciencia y tecnología?” a una cuestión más incómoda: ¿cómo han sido tratadas las mujeres cuando sí aparecen en la investigación, el diseño tecnológico o la experimentación? Con frecuencia, no como sujetas de pleno derecho, sino como objetos de estudio secundarios, cuerpos disponibles o usuarias implícitas con poca capacidad de decisión.

En el ámbito digital, esta objetivación se traduce, por ejemplo, en altos índices de acoso sexual y violencia de género en línea, en la hiperexposición de los cuerpos femeninos a la vigilancia y en la construcción de perfiles de riesgo que las colocan simultáneamente como mercado objetivo y como población controlada. Los mismos espacios que se presentan como horizontes de participación y empoderamiento funcionan también como dispositivos de hostigamiento y disciplinamiento.

Los célebres pantallazos del autocompletado de motores de búsqueda con frases degradantes sobre “lo que las mujeres deberían...” son más que anécdotas: evidencian que el aprendizaje automático se alimenta de un lenguaje saturado de misoginia y que, si el criterio de éxito algorítmico es maximizar la interacción o el tiempo de permanencia, resulta “racional” —aunque éticamente inaceptable— reproducir contenidos sexistas que generan más clics. La IA se convierte así en amplificador de una cultura patriarcal que ya infravalora la salud, el trabajo y las aportaciones de las mujeres.

Tres niveles de sesgo en la IA

Sobre este trasfondo, la ponencia distingue tres planos en los que operan los sesgos de género en la inteligencia artificial:

Sesgos en los datos: los conjuntos de datos usados para entrenar modelos reflejan un pasado donde los hombres ocupan la mayoría de puestos de poder, donde los historiales médicos se han construido en torno a cuerpos masculinos, o donde el lenguaje codifica estereotipos de género. Un sistema de selección de personal aprendido sobre currículos e historiales masculinizados tenderá a considerar “más meritorios” esos perfiles, incluso si no se usa explícitamente la variable sexo.

Representación limitada en los equipos de diseño: si quienes definen el problema, eligen los datos y validan resultados son en su mayoría hombres, blancos y pertenecientes a ciertas élites, muchas perspectivas quedan fuera desde el comienzo. No se trata solo de “diversidad” simbólica, sino de quién tiene poder real para decidir qué riesgos son aceptables y qué daños se asumen como colaterales.

Impacto desigual de las decisiones automatizadas: los sistemas de IA aplicados a salud, seguridad, empleo o moderación de contenidos pueden generar efectos adversos mayores sobre quienes ya están en situación de vulnerabilidad. Cuando los modelos infravaloran el riesgo

cardiovascular de las mujeres, cuando no identifican bien el acoso sexual en redes o cuando asignan a las mujeres puestos de trabajo más fácilmente automatizables, la tecnología consolida y agrava desigualdades preexistentes.



Abordar estos tres niveles exige una combinación de crítica feminista, rediseño metodológico e intervención normativa.

Aportaciones de la ética feminista y las epistemologías críticas

La ponencia dialoga con la ética feminista, especialmente con las propuestas de Ana de Miguel, para cuestionar supuestos de fondo: el androcentrismo como “medida de lo humano”, la idea de que la exclusión de las mujeres es accidental o irrelevante, y la llamada “doble verdad” entre igualdad formal y desigualdad real.

Aplicado a la IA, este enfoque implica preguntarse quién define qué problemas se consideran dignos de inversión tecnológica, quién fija los criterios de éxito, quién captura los beneficios económicos y quién asume los costes sociales y ambientales. La ética feminista propone desplazar el foco desde una visión del bien asociada a productividad, eficiencia y autonomía abstracta, hacia una concepción que ponga en el centro la sostenibilidad de la vida, los cuidados, la protección frente a la violencia y la posibilidad de vidas vivibles para todas las personas.

La ponencia incorpora también miradas decoloniales que subrayan el carácter extractivo de muchos dispositivos digitales, especialmente los ligados a la “*gender tech*”: aplicaciones de seguimiento menstrual, tecnologías de fertilidad, dispositivos de monitorización de la salud reproductiva, etc. María Fernanda Ricaurte, por ejemplo, habla del “cuerpo-territorio” para destacar que la *dataficación* de cuerpos de mujeres —con infraestructuras y empresas asentadas en el Norte global— actualiza lógicas coloniales de apropiación y control sobre poblaciones racializadas y empobrecidas⁵.

Gendered Innovations y el rediseño de la innovación

Un eje importante de la ponencia es el diálogo con el proyecto [Gendered Innovations](#), coordinado por Londa Schiebinger, que propone integrar sistemáticamente el análisis de sexo, género e interseccionalidad en todas las fases de la investigación y el desarrollo tecnológico. No se trata de añadir “perspectiva de género” al final, sino de usarla como fuente de creatividad y de calidad científica.

⁵ Quijano, P. R. (2022). Descolonizar y despatriarcalizar las tecnologías. Disponible en: <https://vision.centroculturaldigital.mx/media/done/descolonizarYD.pdf>



El caso de los robots sociales resulta especialmente ilustrativo. Estudios sobre “*gendering social robots*” muestran que, cuando no hay pistas explícitas, las personas tienden a percibir estos dispositivos como masculinos; y que pequeños detalles de diseño —nombre, voz, apariencia, rol asignado— activan estereotipos de género muy arraigados. Así, robots que realizan tareas de asistencia y cuidado se “feminizarían”, mientras que los asociados a autoridad y expertise se “masculinizarían”, reforzando en el entorno digital la misma división sexual del trabajo que se intenta superar.

Desde el enfoque de Gendered Innovations, la propuesta es casi inversa: cuestionar qué cuerpos y voces se representan, preguntar a quién se dirigen estas tecnologías y en qué contextos se usan, y explorar diseños que distribuyan funciones de cuidado y autoridad de manera no estereotipada. La integración del análisis de género, lejos de ser un ornamento, se revela como condición para generar tecnologías más justas y, al mismo tiempo, más robustas y pertinentes.

Marcos normativos y humanismo tecnológico

En el plano jurídico, la ponencia subraya la importancia de la [Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial de la UNESCO \(2021\)](#) y de la [Ley de IA de la Unión Europea \(2024\)](#) como intentos de construir una gobernanza global de la IA que proteja dignidad, derechos fundamentales y estado de derecho. Se trata de marcos que buscan limitar usos de “riesgo inaceptable”, exigir transparencia, gestionar riesgos y evitar discriminaciones.

La ponencia insiste en que estos esfuerzos solo serán efectivos si incorporan explícitamente una mirada de género, interseccional y decolonial. De lo contrario, el humanismo tecnológico corre el riesgo de convertirse en una etiqueta amable que coloca un barniz ético sobre estructuras de poder poco transformadas. Hablar seriamente de humanismo tecnológico supone, en cambio, preguntarse qué vidas queremos hacer vivibles, qué problemas priorizamos y cómo distribuimos materialmente el valor generado por los sistemas de IA, de forma que deje de reproducir un orden patriarcal y colonial.

Líneas de acción: de la sospecha crítica a la redistribución del valor

La ponencia concluye proponiendo varias líneas de acción articuladas:

1. Hermenéutica de la sospecha aplicada a la tecnología

Formar en pensamiento crítico para desconfiar de la supuesta neutralidad de datos y algoritmos, leer la tecnología como texto y preguntar siempre quién habla a través de un sistema de IA, a quién beneficia y a quién deja fuera. Esto implica educar a estudiantes y profesionales para identificar silencios, ausencias y decisiones de diseño como opciones políticas y no como inevitabilidades técnicas.

2. Redistribuir el valor en ciencia y tecnología

Romper con la lógica patriarcal que se apropia de trabajos y saberes de las mujeres sin

reconocerlos. Esto pasa por visibilizar contribuciones históricas, revisar criterios de mérito y excelencia, reconocer tareas de cuidado y docencia como parte del trabajo científico, y reorientar financiación y agendas hacia problemas que afectan de forma particular a mujeres y otros colectivos marginados.

3. Impulsar un humanismo tecnológico feminista

Concebir el humanismo tecnológico como filosofía de transformación donde las experiencias de las mujeres, especialmente de aquellas en la intersección de múltiples ejes de opresión, sean centrales. Esto implica cerrar la brecha digital de género, garantizar derechos como la privacidad en clave digital, someter a control democrático el poder de las grandes plataformas y asegurar que la IA se desarrolle al servicio de la vida digna, no de la acumulación extractiva.

4. Visibilizar y crear referentes, desde una mirada interseccional y decolonial



Recuperar la memoria de las científicas y tecnólogas que han sido borradas, generar programas de mentoría y proyectos educativos que acerquen la tecnología a niñas y jóvenes, y diseñar políticas públicas que partan de las experiencias situadas de mujeres indígenas, racializadas o empobrecidas. Solo así la ética de la IA podrá pasar de un universalismo abstracto a una herramienta real de justicia social.

Referencias

- Martín, N. B. (2022). La problemática de los sesgos algorítmicos (con especial referencia a los de género). ¿Hacia un derecho a la protección contra los sesgos?. *ARTIFICIAL Y FILOSOFÍA DEL DERECHO*, 45.
- Barona, J. L. (2013). Dones i Ciència. Genealogia d'una exclusió. *Metode Science Studies Journal*. DOI: <https://doi.org/10.7203/metode.76.2063>
- Caballé, M (2023) *Tecnología, IA e igualdad de género*, Sociedad de la innovación, disponible en: <https://sociedaddelainnovacion.es/tecnologia-gualdad-de-genero/>
- Cimpian, J. R., Lubinski, S. T., Timmer, J. D., Makowski, M. B., & Miller, E. K. (2016). Have gender gaps in math closed? Achievement, teacher perceptions, and learning behaviors across two ECLS-K cohorts. *AERA Open*, 2(4), 2332858416673617.
- De Miguel, A. (2021). *Ética para Celia*. EDICIONES B
- Fischer, J. P., & Thierry, X. (2022). Boy's math performance, compared to girls', jumps at age 6 (in the ELFE's data at least). *British Journal of Developmental Psychology*, 40(4), 504-519.
- Fernandez, L (2020) ¿Por dónde perdemos a las científicas? El mayor 'agujero' es el de la confianza, *The Conversation*, Disponible en: <https://theconversation.com/por-donde-perdemos-a-las-cientificas-el-mayor-agujero-es-el-de-la-confianza-131713>

- Abeja, L. G. (2022). Inteligencia artificial y derechos fundamentales. In Inteligencia artificial y Filosofía del Derecho (pp. 91-114). Laborum.
- Harding, S., & McGregor, E. (1996). "Un Potencial por realizar" en Unesco Informe Mundial sobre la ciencia, Madrid. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000188451>
- Instituto de la Mujer y para la igualdad de Oportunidades (2020) *Mujeres y digitalización. De las brechas a los algoritmos* Ministerio de Igualdad, disponible en: https://www.inmujeres.gob.es/disenio/novedades/M_MUJERES_Y_DIGITALIZACION_DE_LAS_BRECHAS_A_LOS_ALGORITMOS_04.pdf
- ITU (2022) *Measuring digital development. Facts and Figures*, ITU 978-92-61-37011-5 (Electronic version)
- Kranzberg, M. (1986). Technology and history:" Kranzberg's Laws". *Technology and culture*, 27(3), 544- 560.
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI (2022) Informe de Coyuntura nº11, febrero de 2022, Disponible en: <https://www.ricyt.org/2022/02/>
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI (2023) Informe de Coyuntura nº14, febrero de 2022, Disponible en: <https://www.ricyt.org/2022/02/>
- Quijano, P. R. (2022). Descolonizar y despatriarcalizar las tecnologías.Disponible en: <https://vision.centroculturaldigital.mx/media/done/descolonizarYD.pdf>
- Rodríguez Zabaleta, H., & Urueña López, S. (2019). La seguridad en tiempos de innovación responsable: hacia una propuesta de "riesgo anticipatorio". Anticipación e innovación responsable: la construcción de futuros alternativos para la ciencia y la tecnología
- Tripaldi, L (2025) CÓMO LA TECNOLOGÍA CONTROLA EL CUERPO DE LAS MUJERES, Enclave, Madrid
- UNWOMEN (2025) La violencia digital es violencia real: La lucha de una activista por la seguridad y los derechos humanos, Disponible en: <https://www.unwomen.org/es/noticias/reportaje/2025/11/la-violencia-digital-es-violencia-real-la-lucha-de-una-activista-por-la-seguridad-y-los-derechos-humanos>
- Wajcman, J. (2006). El tecnofeminismo. Universitat de València.
- WEF (2023) Global Gender Gap Report 2023 ISBN-13: 978-2-940631-97-1 The report and an interactive data platform are available at <http://reports.weforum.org/globalgender-gap-report-2023>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-03>

DEL PROMPT AL PROTOCOLO: IA GENERATIVA PARA DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN REPRODUCIBLES

CONFERENCISTA MAGISTRAL

Meléndez Gómez, Nelly Coromoto

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología / Universidad Monteávila
Caracas, Venezuela

Nmelendez21@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-2519>

RESUMEN

La crisis de reproducibilidad científica, agudizada por la proliferación de datos poco fiables y metodologías opacas, constituye un desafío estructural para la credibilidad de la investigación contemporánea, con especial resonancia en las ciencias sociales y educativas. Este trabajo analiza la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) no como una amenaza a la integridad epistémica, sino como un andamiaje estratégico para subsanar estas brechas. Se propone un flujo de trabajo que evoluciona desde la ingeniería de prompts hacia la consolidación de protocolos de investigación auditables. A través de una revisión documental y el análisis crítico de herramientas emergentes, se delinea un modelo metodológico híbrido: la IA asume un rol de "copiloto" en las fases de ideación y estructuración lógica, mientras que el juicio humano mantiene su soberanía en la recolección empírica y la interpretación hermenéutica. Se discuten tácticas de "prompting socrático" para validar vacíos de conocimiento y la implementación de búsquedas semánticas vectoriales en revisiones sistemáticas. Los resultados indican que una integración transparente de la IAG, bajo la premisa de "*human-in-the-loop*", optimiza la eficiencia investigativa y, fundamentalmente, eleva los estándares de trazabilidad metodológica, redefiniendo al investigador como un arquitecto de preguntas más que un mero gestor de información.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa, Reproducibilidad Científica, Diseño de Investigación, Ingeniería de Prompts, Revisión Sistemática.

ABSTRACT

The scientific reproducibility crisis, exacerbated by the proliferation of unreliable data and opaque methodologies, poses a structural challenge to the credibility of contemporary research, particularly within social and educational sciences. This paper examines Generative Artificial Intelligence (GenAI) not as a threat to epistemic integrity, but as a strategic scaffold to bridge these gaps. We propose a workflow that evolves from prompt engineering to the consolidation of auditable research protocols. Through a documentary review and critical analysis of emerging tools, a hybrid methodological model is outlined: AI assumes the role of a "copilot" during ideation and logical structuring, while human judgment retains sovereignty over empirical collection and hermeneutic interpretation. Strategies such as "Socratic prompting" for validating knowledge gaps and the implementation of vector semantic searches in systematic reviews are discussed. Results indicate that the transparent integration of GenAI, under a "*human-in-the-loop*" premise, optimizes research efficiency and, fundamentally, raises standards of methodological traceability, redefining the researcher as an architect of questions rather than a mere information manager.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Scientific Reproducibility, Research Design, Prompt Engineering, Systematic Review.

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia contemporánea atraviesa una encrucijada que la literatura ha denominado "crisis de reproducibilidad". Estudios relevantes, como los de la Open Science Collaboration (2015), han puesto en evidencia que una proporción alarmante de investigaciones en psicología y ciencias sociales carece de la robustez necesaria para ser replicada con resultados consistentes. Esta problemática se ve reflejada en el sondeo seminal de Baker (2016) en la revista *Nature*, donde más del 70% de los científicos encuestados admitieron haber fallado al intentar reproducir experimentos de colegas, cifra que desnuda una fragilidad sistémica en la construcción del conocimiento.

Este fenómeno no es ajeno a la realidad latinoamericana. Si bien la región ha dado pasos firmes hacia el acceso abierto, Laguna-Camacho (2023) sostiene que la adopción de prácticas de reproducibilidad metodológica (como el pre-registro de estudios o la publicación de datasets crudos) es todavía incipiente. La presión académica por publicar (en inglés *publish or perish*) incentiva, a menudo, lo que Gorla (2021) describe como el "Efecto Chrysalis": la transformación artificial de resultados ambiguos en artículos aparentemente impecables mediante la omisión de datos negativos o la opacidad procedimental.

Ante este panorama, la irrupción de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) plantea una paradoja. Su capacidad para generar texto sintético podría inundar el ecosistema académico de manuscritos irrelevantes o alucinados, exacerbando el ruido informacional. No obstante, la tesis que aquí se defiende es opuesta: la IAG posee el potencial de convertirse en una aliada indispensable para el rigor metodológico, siempre que se emplee para estandarizar procesos, documentar decisiones y auditar la lógica investigativa ex ante.

El propósito de este estudio es proponer un marco de trabajo que integre herramientas de IAG, como LLM (siglas en inglés de Modelos de Lenguaje Grande) y motores de búsqueda semántica en el diseño de protocolos de investigación. Lejos de buscar la automatización de la ciencia para incrementar la producción, se persigue utilizar la capacidad de procesamiento de la IA para elevar la calidad del pensamiento, asegurando que el tránsito desde la idea inicial hasta el protocolo final esté marcado por una trazabilidad clara. La interrogante rectora es: ¿Cómo pueden las herramientas de IAG reconfigurar el diseño metodológico para garantizar mayor transparencia y reproducibilidad en los estudios educativos y sociales en Iberoamérica?

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. La Reproducibilidad como Imperativo Ético

La reproducibilidad constituye el estándar fundamental de la evidencia científica; implica la posibilidad de replicar un estudio y obtener resultados análogos. Sin embargo, en disciplinas atravesadas por la subjetividad y el contexto, como la educación, la replicación exacta es un desafío. Van Dijk, Schatschneider y Hart (2021) advierten que la investigación educativa suele adolecer de reportes incompletos que impiden auditar la toma de decisiones analíticas.

En el contexto regional, la crisis de replicabilidad ha impulsado con fuerza el paradigma de la Ciencia Abierta. Este enfoque, discutido ampliamente por Laguna-Camacho (2023), no se limita al acceso libre al artículo final, sino que exige una transparencia radical del proceso: hacer visible el itinerario intelectual del investigador. La ausencia de protocolos detallados convierte la investigación en una "caja negra", y es precisamente aquí donde la IAG puede intervenir para explicitar y documentar la estructura lógica del diseño.

2.2. Inteligencia Artificial: ¿Descarga o Deuda Cognitiva?

La IAG, fundamentada en arquitecturas de redes neuronales tipo Transformer, ha trascendido su función de generadora de texto para convertirse en asistente de razonamiento. No obstante, es imperativo distinguir entre el uso de la IA como sustituto cognitivo (outsourcing) y su uso como extensión cognitiva.

Lluís Codina (2025), referente en documentación científica, establece una distinción vital: la diferencia entre descarga cognitiva (*cognitive offloading*) y deuda cognitiva. Si bien la IA libera al investigador de tareas mecánicas, su uso acrítico genera una deuda intelectual: la pérdida de comprensión profunda sobre el objeto de estudio. Delegar la síntesis y la lectura crítica a la máquina erosiona la validez epistémica del trabajo.

En consecuencia, se adopta la postura del "*Human-in-the-loop*" (HitL), respaldada por la UNESCO (2024), donde la tecnología asiste en la ideación y verificación, pero la responsabilidad ética y la validación final recaen ineludiblemente en el ser humano. La IA facilita el "*Gap-Spotting*" asistido mediante algoritmos de búsqueda vectorial (como Elicit o Litmaps), identificando conexiones latentes entre variables que una búsqueda booleana tradicional podría omitir (Cobo et al., 2011), justificando la novedad de la investigación desde la desconexión teórica y no solo desde la ausencia de datos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se optó por un diseño metodológico de corte documental y propositivo. Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura técnica y académica sobre la aplicación de LLMs en investigación científica durante el periodo 2023-2025, evaluando las capacidades y limitaciones de herramientas emergentes tanto en fuentes anglosajonas como hispanas.

3.1. Procedimiento de Análisis

El abordaje analítico se estructuró en tres fases:

1. Deconstrucción del Flujo de Investigación: Desglose del ciclo investigativo estándar en sus componentes nucleares (planteamiento, revisión, diseño, recolección, análisis, difusión).
2. Evaluación de Herramientas de IA: Testeo y categorización de herramientas de IA generativa (ChatGPT, Claude, Perplexity) y de mapeo científico (Litmaps, ResearchRabbit) para determinar su eficacia relativa. Se contrastaron estas herramientas con las necesidades de la academia hispanohablante descritas por autores recientes como Romeu Fontanillas et al. (2025).
3. Modelado del Protocolo Híbrido: Diseño de una matriz de integración que asigna niveles de intervención (Alta Asistencia vs. Alta Supervisión Humana) a cada etapa del proceso.

3.2. Instrumentos y Técnicas

Se emplearon técnicas de ingeniería de prompts avanzada, destacando la fórmula R-C-C (Rol, Contexto, Crítica) y el método de "Prompt Socrático", para evaluar la capacidad de los modelos en la clarificación de problemas de investigación. La validación de las propuestas se contrastó con los estándares de integridad académica del COPE, así como con las directrices éticas de la UNESCO (2024).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. El Ciclo de Investigación Asistido: Zonas de Competencia

El análisis revela que la eficiencia de la IAG no es homogénea a lo largo del proceso investigativo; su implementación debe ser quirúrgica para evitar sesgos algorítmicos. Como se detalla en la Tabla 1, existe una distinción crítica: la IA destaca en tareas divergentes y de sintaxis, pero carece de "verdad terreno" (*ground truth*).

Tabla 1
Matriz de Intervención de IA en el ciclo de investigación

Fase del Ciclo	Nivel de Asistencia IA	Función Principal de la IA	Responsabilidad Humana (HitL)
Ideación y Formulación	Alto	<i>Gap-Spotting</i> , refinamiento de preguntas, sugerencia de variables.	Selección del problema, validación de relevancia social y contextualización local.
Diseño Metodológico	Medio-Alto	Generación de <i>checklists</i> , sugerencia de análisis estadísticos, redacción de protocolos.	Decisión final sobre el diseño, ética y viabilidad operativa.
Recolección de Datos	Bajo / Nulo	Inexistente en trabajo de campo físico. Soporte en diseño de instrumentos digitales.	Ejecución del trabajo de campo, observación participante, empatía y rapport.
Análisis de Datos	Medio	<i>Coding</i> automático (cualitativo), scripts de análisis (R/Python), detección de patrones.	Interpretación de resultados, validación de coherencia teórica y sentido cultural.
Escritura y Difusión	Alto	Corrección de estilo, traducción técnica, adaptación de formatos.	Autoría, voz académica, verificación de citas y referencias.

Nota. Elaboración propia basada en Meléndez (2025). Distribución de la carga cognitiva entre IA e investigador.

4.2. Del Caos a la Estructura: Ingeniería de Prompts Estratégica

La calidad del protocolo de investigación es directamente proporcional a la calidad de la interacción inicial. Se validó la eficacia del "Prompt Socrático" para mitigar alucinaciones y estimular el pensamiento crítico. En lugar de solicitar a la IA la generación de un problema, se le instruye para actuar como mentor metodológico: "No me des ideas. Actúa como Sócrates: hazme una pregunta a la vez para cuestionar mis asunciones y encontrar una brecha real". Este enfoque fuerza al investigador a justificar sus decisiones, usando la IA como espejo crítico para la metacognición.

Asimismo, la estructura R-C-C (Rol, Contexto, Crítica) se propone como estándar. Al pedir a la IA que asuma el rol de un "revisor par ciego riguroso" y busque "falacias lógicas o sesgos de viabilidad", la herramienta transita de generador de texto complaciente a auditor de calidad preventivo.

4.3. De la Búsqueda Booleana a la Semántica Vectorial

La revisión de literatura se transforma radicalmente. Los métodos booleanos tradicionales a menudo omiten textos relevantes que emplean terminología divergente, problema frecuente al navegar entre inglés y español. Las herramientas de IA analizadas (Litmaps, ResearchRabbit) emplean incrustaciones vectoriales (*vector embeddings*) para mapear relaciones de citación y similitud semántica.

Esto permite visualizar la ciencia como grafos interconectados, facilitando la identificación de artículos seminales y trabajos derivados que escaparían a una búsqueda lineal. Así, se reduce el sesgo de confirmación y se asegura un anclaje teórico exhaustivo. Como indica Codina (2025), estas herramientas no suplen la lectura, pero optimizan la fase de descubrimiento, permitiendo al investigador latinoamericano conectar con corrientes globales de conocimiento eficientemente.

4.4. Ética, Soberanía y la Barrera de la Integridad

La integración de estas tecnologías conlleva riesgos que deben abordarse desde una perspectiva regional. UNESCO (2023) indica la necesidad de un marco normativo global, desarrollo tecnológico con soberanía de datos y la necesidad de límites claros para evitar la vigilancia masiva, protegiendo así la integridad de la vida privada.

Un peligro latente es la alucinación de las IAG. Por ello se propone un protocolo de verificación cruzada: ningún dato generado por IA debe incluirse sin consultar su fuente original (DOI). Como señala el COPE (*Committee on Publication Ethics*, 2023) y refuerza la UNESCO (2024), la autoría implica responsabilidad por la integridad del trabajo, algo que una IA no puede asumir. Romeu Fontanillas et al. (2025) añaden que la formación en "uso crítico" es indispensable para evitar prácticas deshonestas por desconocimiento.

5. CONCLUSIONES

La crisis de reproducibilidad no se resolverá únicamente con tecnología, pero ésta, bien aplicada, puede imponer el orden y la transparencia que la ciencia actual demanda. La transición "del prompt al protocolo" implica un cambio de paradigma: dejar de formar recolectores de información para formar "arquitectos de preguntas" y curadores de contenido sintético.

La Inteligencia Artificial Generativa, bajo principios de supervisión humana y transparencia metodológica, permite:

1. Acelerar la fase divergente de la investigación, explorando múltiples hipótesis y diseños con agilidad.
2. Mejorar la trazabilidad, documentando las interacciones con la IA como parte de los anexos metodológicos, en consonancia con la Ciencia Abierta.
3. Democratizar el acceso a técnicas avanzadas de análisis para investigadores de la región.

En suma, la IA no reemplaza el juicio experto, sino que lo eleva, liberando al investigador de lo mecánico para que pueda concentrarse en lo esencialmente humano: la interpretación, la ética y la creación de sentido. El investigador del futuro inmediato será aquel que domine la herramienta sin ser dominado por ella, garantizando que cada prompt resulte en un protocolo más sólido, ético y reproducible.

REFERENCIAS

Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454.
<https://doi.org/10.1038/533452a>

- Benítez, F. S., Galán, L., & Díaz Barquintero, A. (2021). Crisis de replicabilidad y ciencia abierta en psicología. *Acta Académica*. <https://www.aacademica.org/000-012/354>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative use among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Codina, L. (2025). Inteligencia artificial y revisiones de la literatura: validez, fiabilidad e implicaciones cognitivas. Lluís Codina: Comunicación y Documentación. <https://www.lluiscodina.com/ia-revisiones-literatura/>
- Committee on Publication Ethics (COPE). (2023). Authorship and AI tools. <https://doi.org/10.24318/cCVRZBms>
- Gorla, D. E. (2021). Reproducibilidad y replicabilidad en la investigación en ciencias naturales: ¿Hay una crisis? *Ecología Austral*, 31(1), 065-070. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.25260/EA.21.31.1.0.1108>
- Laguna-Camacho, A. (2023). Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica. *Ciencia ergo-sum*, 30(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v30n1a11>
- Mosqueira-Rey, E., Hernández-Pereira, E., Alonso-Ríos, D., Bobes-Bascarán, J., & Fernández-Leal, A. (2023). Human-in-the-loop machine learning: A state of the art. *Artificial Intelligence Review*, 56, 3005–3054. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10246-w>
- Open Science Collaboration. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251). <https://doi.org/10.1126/science.aac4716>
- Romeu Fontanillas, T., Romero Carbonell, M., Guitert Catasús, M., & Baztán Quemada, P. (2025). Desafíos de la Inteligencia Artificial generativa en educación superior: fomentando su uso crítico en el estudiantado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(2), 209–231. <https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43535>
- UNESCO. (2023). *Manual de conducta ética*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386038_spa
- UNESCO. (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org/es/articles/guia-para-el-uso-de-ia-generativa-en-educacion-e-investigacion>
- Van Dijk, W., Schatschneider, C., & Hart, S. A. (2021). Open Science in Education Sciences. *Journal of Learning Disabilities*, 54(2), 139–152. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1177/0022219420945260>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-04>

INGENIERÍA BASADA EN EVIDENCIAS: EL PAPEL DE LAS REVISIONES SISTEMÁTICAS

CONFERENCISTA MAGISTRAL

Torres, Praxedes

Universidad Tecnológica de Panamá

Ciudad de Panamá, Panamá

praxedes.torres@utp.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6294-5980>

RESUMEN

En ingeniería, la toma de decisiones (diseño, materiales, procesos, automatización, seguridad y sostenibilidad) ocurre bajo restricciones y trade-offs, en un entorno donde la literatura científica y técnica es voluminosa y heterogénea. La ingeniería basada en evidencia propone sustentar decisiones con la mejor evidencia disponible, evaluada críticamente y sintetizada mediante métodos reproducibles. En este marco, las revisiones sistemáticas constituyen el enfoque de síntesis más riguroso para identificar, seleccionar, evaluar y resumir evidencia pertinente a una pregunta definida, reduciendo sesgos y mejorando la trazabilidad de conclusiones. Para fortalecer la transparencia del proceso, PRISMA 2020 estandariza el reporte por medio de check list y diagrama de flujo, mientras que ROBIS y otros permiten evaluar riesgo de sesgo y calidad metodológica de revisiones sistemáticas, respectivamente.

Palabras clave: ingeniería basada en evidencias, metaanálisis, PRISMA 2020, revisión sistemática, sesgo de publicación

ABSTRACT

In engineering, decision-making (design, materials, processes, automation, safety, and sustainability) occurs under constraints and trade-offs in a landscape where scientific and technical literature is both voluminous and heterogeneous. Evidence-based engineering proposes grounding decisions in the best available evidence, critically appraised and synthesized through reproducible methods. Within this framework, systematic reviews constitute the most rigorous synthesis approach to identify, select, appraise, and summarize evidence relevant to a well-defined question, reducing bias and improving the traceability of conclusions. To strengthen process transparency, PRISMA 2020 standardizes reporting through checklist and a flow diagram, while ROBIS and others enable the assessment of risk of bias and methodological quality of systematic reviews, respectively.

Keywords: Evidence-based engineering, meta-analysis, PRISMA 2020, publication bias, systematic review

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería es una disciplina aplicada donde las decisiones producen consecuencias tangibles: infraestructura, sistemas productivos, software, operaciones logísticas y activos críticos. En este contexto, basarse en evidencia parcial o seleccionada de manera oportunista incrementa el

riesgo de concluir erróneamente sobre la efectividad de una intervención o tecnología. La literatura metodológica en síntesis de evidencia destaca que la solución no es “leer más”, sino sistematizar el proceso de identificación, selección, evaluación y síntesis, de forma explícita y reproducible (Higgins, y otros, 2024); (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003).

2. REVISIÓN SISTEMÁTICA: DEFINICIÓN OPERATIVA Y DIFERENCIACIÓN FRENTE A REVISIONES NARRATIVAS

Una revisión sistemática es un estudio secundario que aplica un protocolo para: (a) formular una pregunta clara; (b) ejecutar una búsqueda exhaustiva; (c) seleccionar estudios con criterios predefinidos; (d) evaluar calidad/riesgo de sesgo; y (e) sintetizar resultados con un método justificable (Higgins, y otros, 2024); (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003).. A diferencia de revisiones narrativas tradicionales (frecuentemente basadas en selección no exhaustiva), la revisión sistemática reduce la dependencia de juicios implícitos y mejora la auditabilidad de las conclusiones (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003). En ingeniería de software, este enfoque se adoptó y formalizó tempranamente con guías específicas para estandarizar planificación, ejecución y reporte, reforzando reproducibilidad (Kitchenham, 2004).

3. DEL PROBLEMA INGENIERIL A LA EVIDENCIA: FLUJO METODOLÓGICO RECOMENDADO

3.1. Formulación de la pregunta

La utilidad de una revisión sistemática depende de una pregunta bien estructurada. Para problemas de ingeniería industrial/operaciones donde el efecto depende del entorno y de mecanismos organizacionales o técnicos, el marco CIMO (Context–Intervention–Mechanism–Outcome) resulta especialmente adecuado para expresar condiciones contextuales y rutas causales plausibles (Rojon, Okupe, & McDowall, 2020). Este marco, además, favorece conclusiones “condicionadas” (qué funciona, para quién, en qué condiciones), que suelen ser más accionables en entornos reales (Rojon, Okupe, & McDowall, 2020).

3.2. Estrategia de búsqueda y reproducibilidad

La búsqueda debe ser documentada (bases, ecuaciones, filtros, periodo, idioma) para permitir replicación y reducir el riesgo de omitir evidencia relevante (Kitchenham, 2004); (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003). Cochrane enfatiza que la exhaustividad y transparencia de la identificación de estudios es un componente central para minimizar sesgos en revisiones (Higgins, y otros, 2024).

3.3. Cribado (screening) y criterios explícitos

Los criterios de inclusión/exclusión deben definirse antes del cribado para evitar decisiones post hoc orientadas por el resultado. PRISMA 2020 refuerza esta trazabilidad exigiendo reportar, con diagrama de flujo, cuántos registros se identificaron, depuraron, evaluaron a texto completo y se incluyeron, además de reportar razones de exclusion (Page, y otros, 2021).

3.4. Evaluación de calidad y riesgo de sesgo

Es clave separar:

- Calidad del reporte (cómo se documenta lo hecho) de

- Calidad metodológica / riesgo de sesgo (qué tan confiables son los hallazgos).

PRISMA 2020 mejora el reporte y la transparencia, pero no reemplaza herramientas de evaluación crítica (Page, y otros, 2021). Para evaluar revisiones sistemáticas, se recomiendan:

- ROBIS, orientada a riesgo de sesgo “de la revisión” (p. ej., selección de estudios, extracción y síntesis) (Whiting, y otros, 2016).
- AMSTAR 2, herramienta de evaluación crítica para revisiones sistemáticas con estudios aleatorizados o no aleatorizados, útil para discriminar revisiones metodológicamente sólidas de revisiones frágiles (Shea, y otros, 2017).

3.5. Síntesis de resultados: narrativa o cuantitativa

Cuando los estudios son suficientemente comparables, la síntesis cuantitativa (metaanálisis) puede ser apropiada. En ingeniería, la heterogeneidad de KPIs y contextos suele exigir una síntesis narrativa estructurada, sustentada en decisiones explícitas sobre comparabilidad, agrupación y explicación de variabilidad (Page, y otros, 2021); (Rojon, Okupe, & McDowall, 2020).

4. VALOR PARA LA PRÁCTICA INGENIERIL: DECISIONES MÁS DEFENDIBLES

Las revisiones sistemáticas aportan valor práctico cuando se usan para:

- Comparar alternativas tecnológicas con criterios explícitos;
- Identificar condiciones de frontera (en qué contextos funciona una solución y en cuáles no);
- Detectar brechas de investigación y oportunidades de transferencia tecnológica;
- Sustentar lineamientos técnicos internos o decisiones de inversión con evidencia trazable (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003).

En ingeniería (y especialmente en operaciones), estas revisiones reducen el riesgo de decisiones basadas en casos aislados y ayudan a construir conclusiones condicionadas por el contexto, coherentes con enfoques tipo CIMO (Rojon, Okupe, & McDowall, 2020).

5. RETOS FRECUENTES Y MITIGACIONES

5.1. Sesgo de publicación y sesgos de reporte

Los sesgos pueden originarse en estudios primarios (p. ej., reporte selectivo) y contaminar la síntesis si no se gestionan. El Cochrane Handbook aborda de manera explícita cómo estos sesgos afectan conclusiones y por qué deben considerarse sistemáticamente en revisiones (Higgins, y otros, 2024). Mitigar requiere criterios a priori, transparencia y herramientas de evaluación (Whiting, y otros, 2016).

5.2. Heterogeneidad de métricas y contextos

La falta de estandarización de indicadores en ingeniería obliga a definir a priori outcomes/KPIs prioritarios y a estructurar la síntesis por contexto e intervención; nuevamente, marcos como CIMO son útiles para organizar evidencia y evitar generalizaciones indebidas (Rojon et al., 2021).

5.3. Trazabilidad y replicabilidad

Sin documentación completa de búsqueda, de duplicación, cribado, extracción y síntesis, la revisión pierde valor como “evidencia”. PRISMA 2020 provee la infraestructura mínima de reporte para mantener esa trazabilidad (Page, y otros, 2021), mientras que guías disciplinares (p. ej., software engineering) operacionalizan buenas prácticas reproducibles (Kitchenham, 2004).

6. CONCLUSIONES

La ingeniería basada en evidencia se fortalece cuando el conocimiento se sintetiza con métodos explícitos que minimizan sesgos y maximizan reproducibilidad. Las revisiones sistemáticas constituyen el método más robusto para lograrlo, siempre que se reporte con transparencia y se evalúe críticamente la calidad metodológica. PRISMA 2020 estandariza el reporte y facilita auditoría del proceso (Page, y otros, 2021). ROBIS y AMSTAR 2 permiten juzgar, respectivamente, el riesgo de sesgo y la calidad metodológica de revisiones sistemáticas, elevando la confiabilidad de la evidencia sintetizada (Shea, y otros, 2017); (Whiting, y otros, 2016). Para problemas típicos de ingeniería industrial, logística y operaciones, CIMO contribuye a producir conclusiones accionables al explicitar mecanismos y condiciones contextuales de efectividad (Rojon, Okupe, & McDowall, 2020).

REFERENCIAS

- Higgins, J., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M., & Welch, V. (2024). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.5 (updated August 2024)*. Obtenido de <https://www.cochrane.org/authors/handbooks-and-manuals/handbook>
- Kitchenham, B. (agosto de 2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228756057_Procedures_for_Performing_Systematic_Reviews
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., . . . Moher, D. (17 de marzo de 2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/350468576_The_PRISMA_2020_statement_An_updated_guideline_for_reporting_systematic_reviews
- Rojon, C., Okupe, A., & McDowall, A. (2020). *Utilization and development of systematic reviews in management research: What do we know and where do we go from here?* Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/ijmr.12245>
- Shea, B. J., Reeves, B., Wells, G. A., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., . . . Henry, D. (septiembre de 2017). *AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/319966904_AMSTAR_2_A_critical_appraisal_tool_for_systematic_reviews_that_include_randomised_or_non-randomised_studies_of_healthcare_interventions_or_both

- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*. Obtenido de [https://josephmahoney.web.illinois.edu/BADM504_Fall%202019/6_Tranfield,%20Denyer%20and%20Smart%20\(2003\).pdf](https://josephmahoney.web.illinois.edu/BADM504_Fall%202019/6_Tranfield,%20Denyer%20and%20Smart%20(2003).pdf)
- Whiting, P., Savović, J., Higgins, J. P., Caldwell, D. M., Reeves, B. C., Shea, B., . . . ROBIS group. (enero de 2016). *ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089543561500308X>

El autor del trabajo autoriza a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este resumen.

PONENCIAS

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-05>

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TLAXCALA

Hernández Corona, José Luis

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

coronaluis@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9209-9287>

Carmona Reyes, Jonny

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

jonny.carmona@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0473-3626>

Mendoza Vázquez, Ernesto

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

emendozavz@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2845-4309>

RESUMEN

El presente artículo analiza la implementación y el impacto de la tecnología y la innovación educativa en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT). A través de un estudio de caso exhaustivo, se analizan las estrategias innovadoras apoyadas en la tecnología que la UTT ha adoptado para mejorar la calidad de sus programas académicos, optimizar sus procesos de enseñanza-aprendizaje, fortalecer su gestión institucional y potenciar su vinculación con el sector productivo de la región. Se exploran los desafíos específicos que la UTT ha enfrentado en este proceso de transformación digital, así como las oportunidades que ha aprovechado para impulsar el desarrollo de competencias relevantes para el mercado laboral local y contribuir al progreso socioeconómico de Tlaxcala. Finalmente, se ofrecen conclusiones y recomendaciones para consolidar y expandir las iniciativas de tecnología e innovación educativa en la UTT. Este estudio analiza el impacto de herramientas digitales, como: plataformas de sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), inteligencia artificial, realidad aumentada) en la calidad educativa y la formación de competencias profesionales. Mediante un enfoque mixto de integración de tecnología e innovación educativa, se identificó que en la universidad, se han adoptado metodologías activas: Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y gamificación, aunque persisten desafíos como la brecha digital (32% de estudiantes sin acceso estable a internet) y la resistencia al cambio docente (25%). Los resultados destacan la necesidad de políticas institucionales que fortalezcan la capacitación docente y la infraestructura tecnológica. Se concluye que la innovación educativa, alineada con estándares internacionales como ISO 21001, clave para la competitividad de la UTT.

Palabras clave: aprendizaje, educación superior, herramientas digitales, innovación pedagógica, tecnología educativa.

ABSTRACT

This article analyzes the implementation and impact of technology and educational innovation at the Technological University of Tlaxcala (UTT). Through a comprehensive case study, it examines the innovative technology-based strategies that UTT has adopted to improve the quality of its academic programs, optimize its teaching-learning processes, strengthen its institutional management, and enhance its links with the region's productive sector. It explores the specific challenges that UTT has faced in this digital transformation process, as well as the opportunities it has seized to promote the development of skills relevant to the local labor market and contribute to the socioeconomic progress of Tlaxcala. Finally, it offers conclusions and recommendations for consolidating and expanding educational technology and innovation initiatives at UTT. This study analyzes the impact of digital tools, such as learning management systems (LMS), artificial intelligence, and augmented reality, on educational quality and the development of professional skills. Through a mixed approach of technology integration and educational innovation, it was identified that active methodologies have been adopted at the university: project-based learning (PBL) and gamification, although challenges remain, such as the digital divide (32% of students without stable internet access) and resistance to change among teachers (25%). The results highlight the need for institutional policies that strengthen teacher training and technological infrastructure. It is concluded that educational innovation, aligned with international standards such as ISO 21001, is key to the competitiveness of the UTT.

Keywords: digital tools, educational technology, higher education, learning, pedagogical innovation.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior en México enfrenta el reto de adaptarse a las demandas de la Industria 4.0, donde las universidades tecnológicas juegan un papel estratégico. Este estudio se justifica por: La Relevancia global, la UNESCO (2021) destaca que el 65% de los empleos futuros requerirán competencias digitales. En la Brecha local el 40% de las universidades tecnológicas mexicanas cuentan con planes formales de innovación educativa (SEP, 2023).

La adopción de tecnologías educativas mejora significativamente el rendimiento académico y la empleabilidad de los estudiantes.

En el contexto global de la cuarta revolución industrial y la creciente demanda de profesionales con habilidades técnicas y blandas altamente especializadas, las universidades tecnológicas (UTs) de México tienen un papel preponderante en la formación de capital humano en áreas estratégicas para el desarrollo del país. Estas instituciones, caracterizadas por su enfoque práctico, su estrecha vinculación con el sector productivo y su compromiso con la innovación, se encuentran en una coyuntura crucial para aprovechar los beneficios que ofrece la tecnología para incrementar la innovación educativa como promotores para una evolución educativa extensa.

La integración efectiva de la tecnología en los procesos educativos no se limita a la adopción de herramientas digitales; implica una redefinición de las pedagogías, la creación de entornos de aprendizaje más flexibles y personalizados, y el desarrollo de nuevas formas de evaluación y seguimiento del progreso estudiantil. El desarrollo de innovaciones educativas, contempla la implementación de metodologías activas, el apoyo del aprendizaje basado en proyectos, así como la promoción para la colaboración y la creatividad, y la experimentación con modelos educativos emergentes.

Este artículo se propone analizar cómo la UTT está incorporando la tecnología y la innovación educativa en sus diferentes dimensiones: la enseñanza y el aprendizaje, la gestión académica, la investigación aplicada y la vinculación con el entorno socioeconómico. A través de la exploración de casos de éxito y la identificación de los principales desafíos, se busca ofrecer una visión integral del estado actual y las perspectivas futuras de la transformación digital en estas instituciones de educación superior.

2. MARCO CONCEPTUAL

La literatura internacional y nacional destaca el creciente reconocimiento del papel de la tecnología y la innovación educativa en la mejora de la calidad y la pertinencia de la educación superior. Diversos estudios han demostrado el impacto positivo de las plataformas de aprendizaje en línea (LMS), el uso de herramientas digitales para facilitar el aprendizaje, García-Peñalvo, (2022). El uso de Plataformas LMS (Moodle), inteligencia artificial para retroalimentación personalizada, Baker (2023). Los recursos educativos abiertos (REA), las simulaciones, la realidad virtual y aumentada, y la inteligencia artificial en el compromiso estudiantil, la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades. La innovación pedagógica como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) gamificación, Deterding et al (2021). Además de la implementación de Estándares de calidad, ISO 21001 para gestión educativa, ISO (2018).

En el contexto de las UTs, la literatura subraya la importancia de la tecnología para fortalecer su modelo educativo basado en competencias, facilitar la formación dual, promover la movilidad estudiantil y académica, y optimizar la gestión de los procesos administrativos. La innovación educativa se presenta como un factor clave para adaptar la oferta formativa a las demandas cambiantes del mercado laboral, fomentar el emprendimiento y la transferencia de tecnología, y consolidar el papel de las UTs como agentes de desarrollo regional.

El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de tecnologías educativas en la universidad tecnológica de Tlaxcala. Además de identificar barreras y proponer facilitadores para la innovación pedagógica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación aplicada es Mixto (cuantitativo-cualitativo), para la muestra cuantitativa: 150 estudiantes de 3 universidades para llevar a cabo un muestreo estratificado. Para la muestra cualitativa se realizó con 3 docentes académicos del área de ingeniería en mantenimiento industrial, esto para un muestreo por conveniencia.

Los Instrumentos aplicados: encuesta con escala Likert (fiabilidad $\alpha = 0.89$) y entrevistas semiestructuradas (análisis temático con NVivo).

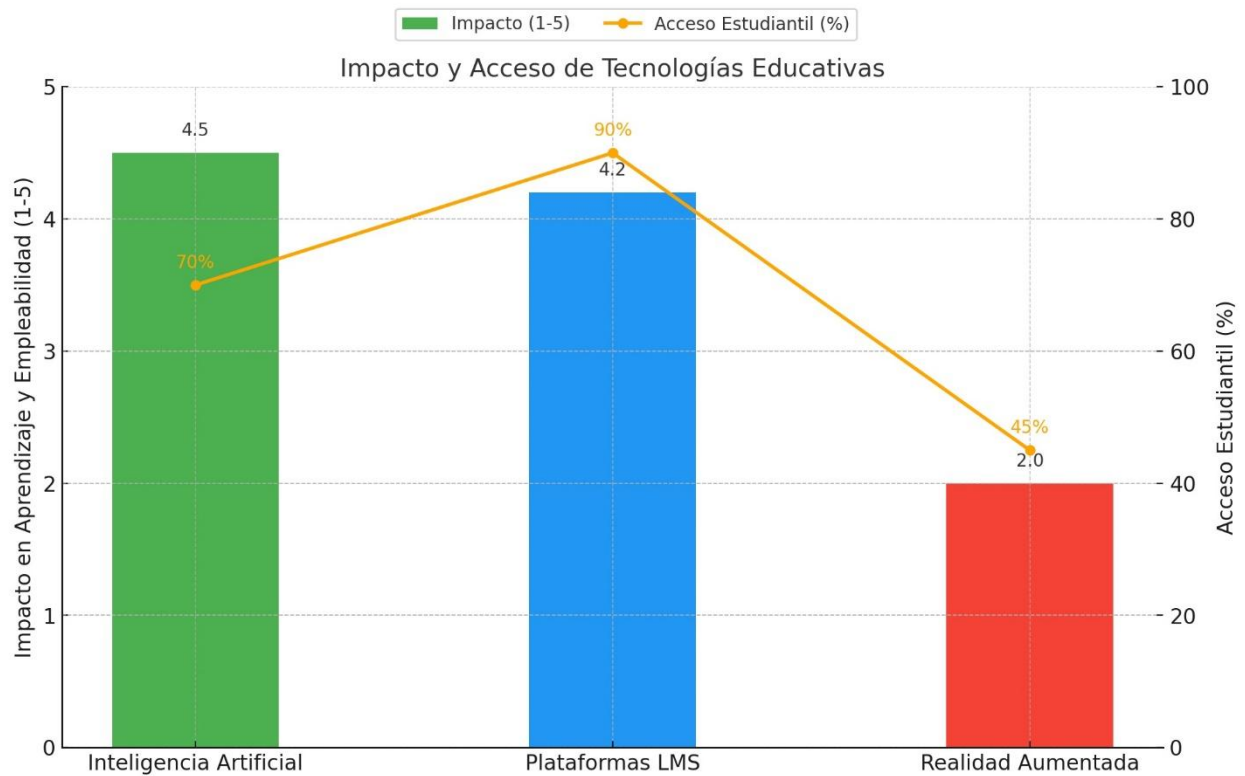
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El impacto en el aprendizaje y empleabilidad genera un resultado para tecnologías con mayor impacto, la inteligencia artificial (4.5/5) destaca por su capacidad de retroalimentación personalizada, coincidiendo con Baker (2023). Para las plataformas LMS (4.2/5) son herramientas básicas, pero su potencial no está totalmente explotado por falta de integración pedagógica, las cuales se muestran en la figura 1.

Existen barreras para la innovación, la primera es la resistencia docente, correlación negativa significativa ($r = -0.62$, $p < 0.05$) entre la falta de capacitación y la adopción tecnológica. En la infraestructura se obtiene un resultado de limitada, solo el 45% de los estudiantes acceden a realidad aumentada, por costos y equipamiento insuficiente.

Figura 1.

Impacto y acceso a tecnologías educativas



Es indispensable generar programas de capacitación docente continuos en pedagogías digitales, además es conveniente realizar vinculación industria-academia, esta colaboración con empresas para implementar tecnologías como simuladores y IA.

Los resultados de aplicación de la encuesta muestran que la inteligencia artificial tiene un mayor impacto (4.5/5), pero con acceso aún no universal del 70%. Su ventaja está en la retroalimentación personalizada coincidiendo con Baker, (2023). Las plataformas LMS tienen un impacto alto (4.2/5), pero su potencial se ve limitado por falta de integración pedagógica efectiva, a pesar de su amplio acceso (92%). Por último la realidad aumentada presenta bajo acceso, solo 45% debido a limitaciones de infraestructura y costos, lo que también reduce su impacto educativo percibido (2/5), esto se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Adopción de tecnologías educativas (n = 150 estudiantes)

Tecnología	Frecuencia (%)	Impacto en aprendizaje (Escala 1-5)
Plataformas LMS	92%	4.2
Realidad aumentada	45%	3.8

Tecnología	Frecuencia (%)	Impacto en aprendizaje (Escala 1-5)
Inteligencia artificial	28%	4.5

DISCUSIÓN:

Las plataformas LMS son las más utilizadas, pero su impacto es menor comparado con IA, coincidiendo con estudios internacionales (Zawacki-Richter et al., 2020).

La resistencia docente se asocia con falta de capacitación con una correlación: ($r = -0.62$, $p < 0.05$).

5. CONCLUSIONES

Este estudio muestra que la tecnología y la innovación educativa son pilares para la transformación de la universidad, este éxito depende de políticas institucionales que integren capacitación, infraestructura y estándares de calidad, darle un enfoque práctico al alinear las herramientas tecnológicas con las necesidades. El estudio confirma que la adopción de tecnologías educativas en la UTT es estratégica para cerrar la brecha entre la formación académica y las demandas de la Industria 4.0. Los descubrimientos garantizan que el 65% de los futuros empleos demandaran competencias digitales (UNESCO, 2021), pero solo el 40% de las universidades tecnológicas mexicanas tienen planes formales de innovación (SEP, 2023). La UTT muestra avances significativos en la adopción de plataformas LMS (92% de uso), aunque tecnologías emergentes como IA (28%) y realidad aumentada (45%) aún son subutilizadas, a pesar de su alto impacto en el aprendizaje (4.5/5).

Es recomendable fortalecer la formación docente, con cursos obligatorios en herramientas digitales (Moodle avanzado, IA educativa). Crear un sistema de incentivos para docentes que integren ABP o gamificación. Inversión en infraestructura, priorizando las tecnologías de alto impacto (IA, realidad virtual) con apoyo de fondos públicos o alianzas con el sector privado. Monitorear el impacto de las tecnologías en indicadores como tasa de empleabilidad y satisfacción estudiantil. La UTT puede posicionarse como modelo nacional al reducir la brecha digital, llevar tecnologías emergentes a comunidades rurales mediante programas de extensión y fomentar el emprendimiento al usar laboratorios de innovación para proyectos estudiantiles vinculados a problemas locales con tecnologías re circulantes. La tecnología educativa mejora la calidad formativa, pero requiere inversión en infraestructura y capacitación docente. La innovación pedagógica debe integrarse al plan curricular para asegurar su sostenibilidad. Se recomienda la creación de un observatorio nacional de buenas prácticas en universidades tecnológicas.

REFERENCIAS

- García-Peñalvo, F. J. (2022). Innovación educativa en la era digital. Ediciones Octaedro. ISBN: 978-84-19506-12-3
- ISO. (2018). ISO 21001:2018 - Educational organizations management systems. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/66266.html>
- SEP. (2023). Reporte de Innovación Educativa en Universidades Tecnológicas Mexicanas. Secretaría de Educación Pública.

https://sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/15131/5/images/programa_nacional_d_e_educacion_superior_2023_2024.pdf

- UNESCO. (2021). Reimagining Education: Towards a Global Commons for Learning. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381560>
- Baker, R. (2023). Artificial Intelligence in Education: Personalized Learning at Scale. Journal of Educational Technology, 45(2), 112-130. <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2021). Gamification: Toward a Definition. CHI 2021 Proceedings, 12-17. <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>
- García-Peñalvo, F. (2022). Tecnologías educativas en la era digital: De LMS a IA. Ediciones Universidad de Salamanca. <https://www.eusal.es>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V., Bond, M., & Gouverneur, F. (2020). Systematic Review of Research on Artificial Intelligence in Education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 17(1), 1-28. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00203-4>
- NVivo. (2023). Software de análisis cualitativo (Versión 14). QSR International. <https://www.qsrinternational.com>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2024 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-06>

DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE ARRITMIAS CON PYTHON: BRADICARDIA SINUSAL

Sandoval Martínez, Manuel

Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco
Comalcalco, Tabasco, México

Manuel.sandoval@comalcalco.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0190-359X>

Morales Barrón, Claudia

Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco
Comalcalco, Tabasco, México

Claudia.morales@comalcalco.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3817-9793>

Castillo Izquierdo, Luz Elba

Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco
Comalcalco, Tabasco, México

Luz.castillo@comalcalco.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4588-8763>

Izquierdo Córdova, Ramón

Tecnológico Nacional de México. Campus Comalcalco
Comalcalco, Tabasco, México

Ramon.izquierdo@comalcalco.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4418-3617>

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos del análisis automático realizado a 20 electrocardiogramas digitales (obtenidos de Physionet) mediante la ejecución de un script desarrollado en Python empleando la librería neurokit2, el cual permite examinar cuidadosamente las distintas ondas que componen el ECG. El algoritmo que se codificó, es semejante al que utilizan los cardiólogos, es decir, miden intervalos de tiempo entre una onda y otra para medir frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco y, a partir de ahí identificar alguna anomalía. El código desarrollado permite diagnosticar con precisión una patología como la bradicardia sinusal (y clasificarla como pura o no pura), taquicardias y frecuencia normal. En la muestra de ECG que se analizaron se tienen 15 bradicardias, 3 taquicardias y 2 normales; el código predice al 100% cada uno de estos casos, es decir sin falsos positivos ni falsos negativos. El tiempo que tarda el código en analizar los 20 ECG es menor a 2min, es decir cada señal la analiza en aproximadamente 6seg. La alta precisión del código permite considerarlo como un soporte tecnológico adecuado para aligerar su carga laboral, ya que por medio de éste podría tener de manera automática un posible diagnóstico y así realizar su labor de manera más rápida y segura.

Palabras claves: Bradicardias, desarrollo de software, electrocardiogramas, neurokit2, taquicardias.

ABSTRACT

This study presents the results of an automated analysis performed on 20 digital electrocardiograms (ECGs) sourced from PhysioNet, using a Python-based script developed with the NeuroKit2 library. The script enables detailed examination of the characteristic waves within the ECG signal. The algorithm emulates the approach commonly used by cardiologists, which involves measuring time intervals between waves to determine heart rate and rhythm, thus enabling the identification of potential cardiac abnormalities. The developed code successfully detects and classifies sinus bradycardia (including subtypes such as pure and non-pure), tachycardia, and normal heart rhythm. The dataset included 15 bradycardia cases, 3 tachycardia cases, and 2 normal ECGs; the model achieved 100% accuracy, with no false positives or false negatives reported. The processing time for all 20 ECGs was under 2min, averaging approximately 6s per signal. These results highlight the potential of the proposed tool as a reliable technological support system for healthcare professionals, offering rapid and accurate preliminary ECG interpretation, and contributing to more efficient and confident clinical decision-making.

Keywords: Digital signal processing, ECG analysis, NeuroKit2, sinus bradycardia, software development, tachycardia.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (Salud, 2025), las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte alrededor del mundo. Estas enfermedades asesinan, en la actualidad, a más personas que en cualquier otra época; el número de muertes era cercano a los nueve millones en 2019 por año (Roth, 2020). Un electrocardiograma (ECG) representa la actividad eléctrica del corazón, utilizando electrodos colocados en la piel del paciente. El ECG representa la contracción y relajación del músculo del corazón, es una herramienta confiable, efectiva y no invasiva, es la mejor representación que se puede tener de los patrones fisiológicos del funcionamiento de este órgano vital. La clasificación de los latidos del corazón proporcionan información suficiente a los cardiólogos sobre algún problema cardiovascular (Sun, 2012). Los cambios en los patrones normales del ECG pueden ser causados por numerosas anomalías cardíacas tal como perturbaciones en el ritmo cardíaco, flujo de sangre inadecuado en la arteria coronaria, variaciones en los electrolitos, entre otros (Golgowsky, 2020). Otras alteraciones son variaciones en la velocidad de conducción, en la secuencia de excitación de los impulsos eléctricos lo que puede derivar en hipertensión, cardiomiopatías y desorden valvular (Singh, 2023) y (Ahmad, 2021). Sin embargo, el diagnóstico podría complicarse por el hecho que, la captura del ECG puede contaminarse con ruido ya sea del instrumento mismo o del medio ambiente; conexión a la red eléctrica, mal colocación de los electrodos en el paciente, entre otros (Ahmed A. Ali, 2023) y (Huang Y. Liu, 2021). Aquí entran en juego dos situaciones, a) antes de analizar un ECG se debe aplicar un filtro que elimine el ruido de la señal, b) el uso de un electrocardiógrafo está destinado a un especialista para garantizar una señal de alta calidad. En este segundo caso, si el especialista no está disponible no se puede obtener el ECG (o bien si lo realiza alguien sin experiencia se corre el riesgo de tener un ECG no confiable), esto trae como consecuencia una mala calidad en el servicio otorgado al paciente, de aquí la necesidad del uso de una herramienta que permita identificar la calidad de un ECG (Kramer, 2022). Otro aspecto de suma importancia es el uso de filtros digitales para la eliminación de ruido en la señal electrocardiográfica, en la actualidad existe una gran diversidad de tales filtros por ejemplo los pasa-banda mediante la transformada de Fourier (Kumar, 2019), Filtros de impulso finito (Almalchy, 2019), filtros tipo Kalman (Hesar & Mohebbi, 2017), transformada wavelet discreta (Hashim, 2017), Savitzky-Golay (Sultana, 2015), entre muchos más. Estos dos aspectos, eliminación de ruido y calidad de la señal, son de fundamental importancia para el análisis y correcta interpretación del ECG en formato digital (Kosinski, 2013). En este sentido, se desea atender dos situaciones a saber: a) la limpieza del ECG mediante

filtros digitales, sin que se pierda información importante de la señal, b) identificar de manera automática la frecuencia cardíaca, el ritmo cardíaco y el reconocimiento de bradicardia sinusal; ambas tareas se realizan empleando diversas librerías de Python.

Por tal razón, el principal objetivo de este trabajo es elaborar un script en language Python para identificar de manera automática la frecuencia cardíaca, el ritmo cardíaco y, a partir de estos valores, determinar si existe bradicardia sinusal pura (cuando el ritmo es regular) y bradicardia sinusal no pura (cuando el ritmo es irregular). Cabe señalar que, (para el seguimiento de los valores encontrados con el código) actualmete contamos con el apoyo del área de cadiología del Hospital General Dr. Desiderio G. Rosado Carvajal, ubicado en Comalcalco, Tabasco, México.

2. MARCO CONCEPTUAL

El análisis computacional de los ECGs podría mitigar en gran parte algunas de las problemáticas mencionadas, ya que ofrece un análisis automático y mucho más rápido que la clasificación manual de las arritmias (Zavadjil, 2024), mejorando la eficiencia y la veracidad del diagnóstico (Ansari, 2023), todo esto mejora la atención a la comunidad y a su economía; la mayoría de estos problemas ocurren principalmente en países subdesarrollados (Achayra U. Oh, 2017). Los electrocardiógrafos contienen un software de marca registrada y complica la obtención de esos datos de manera sencilla y gratuita; la única manera de obtenerlos es impreso en papel milimétrico o bien en formato pdf, es decir no se pueden obtener los valores digitalizados tanto del tiempo como de la amplitud del voltaje derivado de la despolarización de las aurículas y ventrículos del corazón debido a que son marca registrada. Sin embargo, existen diversos repositorios donde se pueden obtener ECG de manea gratuita y altamente confiables, tales como MIT-BIH Arrhythmia Database, PTB Diagnostic ECG Database, INCART 12-lead Arrhythmia Database, Georgia 12-lead ECG Challenge Database (2022); todos ellos están disponibles en (Bioengineering, 2025) Physionet.

Por otro lado, diferentes investigadores se han dado a la tarea de desarrollar una diversidad de software de acceso libre para que la comunidad científica pueda analizar de manera eficiente los ECG (o alguna otra señal biológica). Por ejemplo, (Roberts, 2024) *et al*, desarrollaron un software libre que utiliza una derivación del ECG para medir la frecuencia respiratoria. Para el caso concreto de los ECGs, uno de los parámetros más importantes para la identificación de alguna enfermedad es el HRV (Heart Rate Variability) y su extracción se basa en un algoritmo desarrollado por Pan-Tomskin, este algoritmo detecta el complejo QRS basado en un análisis digital de la pendiente, la amplitud y el ancho de QRS; este algoritmo se desarrolló en Python por (Wicaksana, 2019) y menciona que la librería que mejora el tiempo de ejecución es numpy. Existen otros métodos como el de Fiducial que está basado en aproximaciones poligonales (Lee, 2018) y con ello, también se puede reducir el tiempo de computo. (Milivojevic, 2017) menciona que Python es un lenguaje de programación muy atractivo para el análisis de bio-señales debido a su gran número de librerías libres; en particular ellos utilizaron la paquetería BioSPPy para obtener la frecuencia y el ritmo cardíaco analizando el espectro de frecuencias de la señal. Dicha herramienta contiene numerosos algoritmos de reconocimiento de patrones para el análisis de una señal biomédica. Por otro lado, (Nguyen, 2021) menciona el uso de la librería Neurokit2 para extraer información de las características del corazón en tres estados, de relajación, caminando y corriendo; aunado a ello hicieron un comparativo entre Neurokit2 y otro software como Kalidas (Nabian, 2018), encontrando que Neurokit2 es mucho más rápido para la extracción de información del ECG. Para el desarrollo de este trabajo, se utilizaron las librerías scipy, biosppy, neurokit2, entre otras para la adecuada identificación de las diversas ondas que componen el ECG.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 20 electrocardiogramas digitales, los cuales se obtuvieron de Physionet (Zheng, 2025). Quince de ECGs están diagnosticados con bradicardia sinusal; tres se clasifican como

taquicardias y dos tienen frecuencia normal. Cada señal contiene las 12 derivaciones (DI, DII, aVF, etc), las cuales tienen una frecuencia de muestreo de 500Hz y una duración de 10s; la creación de este conjunto de señales fue auspiciado por Chapman University, Shaoxing People's Hospital. Para el análisis de los electrocardiogramas, se diseñó un script en Python, el algoritmo ejecuta las mismas instrucciones que utilizan los cardiólogos para analizar un ECG, es decir, miden intervalos de tiempo entre pulso y pulso así como la altura de ellos; solo que en este caso se realiza de manera automática. En este trabajo, el algoritmo analiza la derivación DII para encontrar el ritmo (regular o irregular) y la frecuencia cardíaca (tanto ventricular como auricular). La comparación de estas variables permite realizar un diagnóstico preliminar sobre el paciente. Las anomalías que puede identificar el código son, bradicardia sinusal pura, bradicardia sinusal no pura y taquicardias. Previo al análisis del ECG, se realiza un proceso de eliminación de ruidos en cada señal, para ello se utiliza el filtro digital Savitzky-Golay con una ventana de tamaño 21 y polinomio de grado 11 (Sandoval,2025) ya que ofrece una correlación cercana a la unidad, los valores de relación señal ruido son mayores a 20db y los valores del error cuadrático medio es muy bajo. Por otro lado, la capacidad de detección de la bradicardia sinusal de nuestro algoritmo se mide por medio de la especificidad y la razón de falsos positivos, mediante las siguientes expresiones:

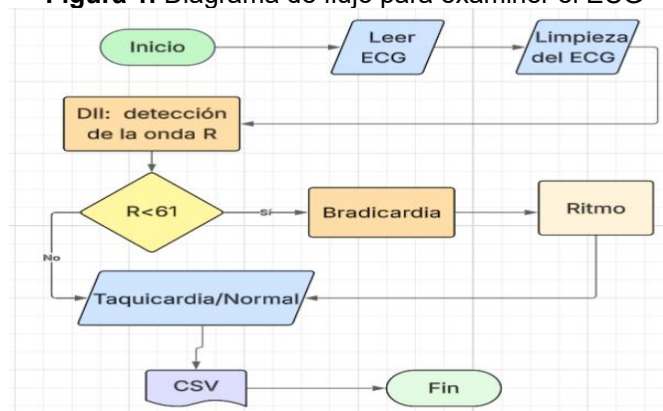
$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Positivos verdaderos}}{(\text{Positivos verdaderos} + \text{falsos negativos})}$$

$$\text{especificidad} = \frac{\text{Negativos verdaderos}}{(\text{Negativos verdaderos} + \text{falsos positivos})}$$

$$\text{Razón falsos positivos} = 1 - \text{especificidad}$$

Un valor alto en la sensibilidad indica que el escript puede detectar con mucha precisión la bradicardia sinusal; un valor cercano a cero en la razón de falsos positivos indica que el nivel de equivocación del script es muy bajo. En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo para el análisis automático de las señales electrocardiográficas. Se elige la derivación DII para determinar la frecuencia y el ritmo cardíaco; en esta sección, se detectan las ondas R y sus respectivas posiciones para medir la distancia entre ellas y así determinar la frecuencia y el ritmo cardíaco. Con estos parámetros se puede determinar si existe o no bradicardia sinusal pura (ritmo regular) o no pura (ritmo irregular) o taquicardia.

Figura 1. Diagrama de flujo para examinar el ECG



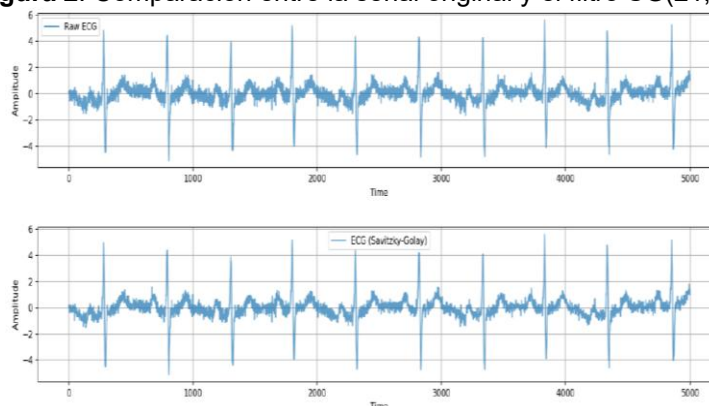
Al final se genera un archivo csv especificando para cada caso el ritmo cardíaco, frecuencia ventricular, frecuencia auricular y diagnóstico (en este caso en particular bradicardias y taquicardias). Nuestra investigación, por la naturaleza de la obtención de valores específicos del ECG, se considera de tipo cuantitativa, descriptiva y de aplicación en desarrollo tecnológico. La técnica de recolección de información es mediante señales digitales del ECG y el instrumento empleado para su desarrollo es Python.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ejecución del código elaborado ha proporcionado datos muy importantes, los cuales se describen a continuación. En primer lugar, todos los ECG adquiridos a través de Physionet han sido analizados previamente por expertos en el área, de acuerdo a Zheng, los ECG fueron diagnosticados por dos cardiólogos y, en caso de no existir un acuerdo entre ellos, se consulta a un tercero para determinar adecuadamente el diagnóstico.

En la Figura 2, se muestra la aplicación del filtro SG(21,11) para realizar la limpieza de la señal electrocardiográfica. Puede observarse que este filtro preserva la forma de la señal original, es decir no se presentan distorsiones considerables en las amplitudes o la frecuencia y disminuye el ruido involucrado, lo que permite un análisis cuantitativo altamente confiable. Este proceso es importante ya que, si existe mucho ruido en la señal se puede tralapar con la onda P y podría no ser detectada lo que llevaría a una interpretación inadecuada.

Figura 2. Comparación entre la señal original y el filtro SG(21,11)



De los veinte ECG elegidos, 15 están diagnosticados como bradicardia sinusal, y se conocen los valores de la frecuencia ventricular y la frecuencia auricular de cada registro, alternativamente se tienen ciertos parámetros importantes como la duración del complejo QRS, el valor del intervalo QT, entre otros. Estos datos nos permiten hacer un comparativo directo entre los valores obtenidos por medio del código y los valores reales otorgados por los especialistas. Al ejecutar el programa y obtener el archivo csv, observamos los valores calculados por el código. La Tabla 1, presenta una muestra de los datos obtenidos mediante nuestro código de las 20 señales analizadas.

Podemos observar los valores de la frecuencia ventricular y frecuencia auricular encontradas con el script (columnas 2 y 3), los valores reales se encuentran en las columnas 5 y 6. El error relativo para cada tipo de frecuencia se muestran en las columnas 7 y 8, encontrándose que el error relativo oscila entre 1% y 3%. En la columna 4, se muestra el diagnóstico de cada ECG (el cual se obtiene después de identificar el tipo ritmo cardíaco: regular o irregular, y el valor de la frecuencia cardíaca). Se encontró que, el diagnóstico se realizó correctamente en el 100% de los archivos analizados. En la columna 1, se indica el ritmo de cada ECG; 62% tienen un ritmo regular y 38% tienen un ritmo irregular. Estos últimos parámetros permiten identificar si la bradicardia es pura (ritmo regular) o no pura (ritmo irregular). Por otro lado, el promedio del error relativo obtenido es aproximadamente 1.75% para la frecuencia ventricular, y 1.9% para la frecuencia

auricular. Por otro parte, la sensibilidad obtenida es del 100% (para los tres casos: bradycardia, taquicardia y normal). Estos valores indican que los cálculos generados por el código, así como el diagnóstico proporcionado son altamente confiables.

Tabla 1. Resultados de los cálculos obtenidos con el script

Ritmo	Frecuencia Ventricular	Frecuencia Auricular	Diagnóstico	F.V Real	F.A Real	Error FV(%)	Error FA(%)
Irregular	114	108	Taquicardia	118	110	3.39	1.81
Regular	162	168	Taquicardia	160	162	1.25	3.70
Regular	66	60	Normal	68	62	2.94	3.22
Irregular	60	54	BS no pura	60	55	0	1.81
Regular	54	54	BS pura	55	55	1.81	1.81
Regular	120	120	Taquicardia	120	120	0	0
Regular	60	60	BS pura	58	58	3.44	3.44
Irregular	60	60	BS no pura	58	58	3.44	3.44
Irregular	72	72	Normal	70	72	2.85	0
Regular	60	60	BS pura	60	60	0	0
Regular	60	54	BS pura	60	55	0	1.81
Irregular	54	54	BS no pura	55	55	1.81	1.81
Regular	54	54	BS pura	55	55	1.81	1.81

El análisis de los **20** ECGs se realiza en menos de **2min**, no se requiere un conjunto de entrenamiento y/o de prueba, ya que el script recorre de manera directa cada electrocardiograma, analiza con detalle cada parte de la señal para identificar con precisión la posición de cada onda P, QRS y T. De esta manera se pueden medir las distancias entre cada RR y así obtener la frecuencia cardíaca; para el caso del ritmo cardíaco, se reconoce que es regular si las distancias entre R y R son constantes, y se considera irregular si las distancias varían a lo largo del ECG. Para resolver este problema de manera computacional, se utilizó el concepto de la desviación estándar para cada par de RR. Finalmente, se genera un archivo csv especificando para cada caso el ritmo cardíaco, frecuencia ventricular, frecuencia auricular, diagnóstico y los errores relativos de cada caso.

5. CONCLUSIONES

La correcta interpretación de los electrocardiogramas es un asunto de vital importancia tanto para los médicos como para los pacientes; una interpretación inadecuada deriva un tratamiento inadecuado y perjudicial para el cliente. La razón por lo cual se desarrolla este trabajo es con la intención de dar soporte técnico y altamente confiable a los médicos para que la carga laboral pueda ser más ligera o bien aplicarse en lugares donde no se cuente con un especialista. Al tener un código como el que se ha descrito en este trabajo, les permitirá analizar una cantidad considerable de ECG de manera rápida y precisa. Nuestro código analiza 20 electrocardiogramas con diferentes situaciones patológicas, en menos de **2min**, lo que nos dice que cada ECG lo analiza en aproximadamente **6seg**. La seguridad en el diagnóstico es que la detección de las bradicardias, las taquicardias y el corazón normal se realizó en un 100%, es decir no hay margen de error en este análisis, es decir de los 15 ECG con bradicardias se pudieron detectar las 15 anomalías de este tipo (más aún se pudieron clasificar en puras y no puras), de igual manera se detectaron sin problemas las taquicardias (3 ECG) y los corazones con frecuencias normales (2 ECG); esto último no significa que no tengan alguna patología, solo que hasta el momento el código no cuenta con las instrucciones necesarias para identificarlas. Precisamente, éste es uno

de los propósitos de la investigación, continuar expandiendo la capacidad de detección de otras anomalías con alta precisión.

REFERENCIAS

- Achayra U. Oh, S. H. (2017). A deep convulutional neural network model to calssify hertbeats. *Computer in biology and medicine*, 389-396.
- Ahmad, Z. T. (2021). ECG heartbeat classification using multimodal function . *IEEE Access*, 15-21.
- Ahmed A. Ali, A. A. (2023). Classifying cardiac arrhythmia from ECG signal using 1D CNN deep learning model. *Methematics*, 1-16.
- Almalchy, M. C. (2019). Noise removal from ECG signal based on filtering thecniques. *International Conference on Control Systems and Computer Science*, 176-181.
- Ansari, Y. M. (2023). Deep learning for ECG arrhythmia detection and classification: an overview of progress for period. *Frontiers in physiology*, 64-67.
- Bioengineering, N. I. (03 de Agosto de 2025). *Physionet*. Obtenido de <https://physionet.org/>
- Carralero, A. S. (2021). Deteccion de arritmias a partir de la determinación de la frecuencia cardíaca con fotoplestimografía. *Orange Journal*, 42-52.
- Golgowsky, M. O. (2020). Anomaly detection in ECG using wavelet transform. *International Conference on Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE)* (págs. 1-4). Poland: IEEE.
- Hashim, F. A. (2017). Electrocardiogram noise cancellation using wavelet transform. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 131-140.
- Hesar, H., & Mohebbi, M. (2017). ECG denoising using marginalized particle extended kalman filter with an automatic particle weighting strategy. *J. Biomed. Health Inform*, 635-644.
- Huang Y. Liu, H. W. (2021). Ventricular arrhythmia predics poor outcome in polymyositis/dermatomyositis with myocardial involment. *Rheumatology*, 09-16.
- Kosinski, W. O. (2013). Digital signal processing un ECG recorder with python-based software. *Journal of medical informatic and technology*, 1-8.
- Kramer, L. M. (2022). ECGAssess: A Python-base toolbox to assess ECG lead signal quality. *Frontier in Digital Health*, 1-9.
- Kumar, A. R. (2019). Efficent QRS complex detection algorithm base on fast Fourier transform. *Biomedical engineering letters*, 145-151.
- Lee, S. J. (2018). Efficient Fiducial point detection of ECG QRS complex based on polygonal approximation . *Sensors*, 18-25.
- Milivojevic, M. G. (2017). Python based physiological signal processing for vital signs monitoring. *Internation Conference on electrical, electronics and computing engineering*], 1-4.
- Nabian, M. Y. (2018). An open-source feature extraction for the analysis of peripheral physiological data. *Journlas od Translational EGINEERING in health and medicine.*, 1-11.
- Nguyen, L. D. (2021). Heart rate feature extraction based on Neurokit2 with python. *Internetworking Indonesia Journal*, 39-44.
- Roberts, J. W. (2024). Open-source software for repiratory rate estimation using single-lead electrocardiograms. *Scientific report*, 1-11.
- Roth, G. M. (2020). Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990-2019: update from GBD 2019 study. *Journals of the american collegue of cardiology*, 2982-3021.
- Salud, O. M. (23 de Mayo de 2025). *World Health Organization*. Obtenido de <https://www.who.int/es>
- Singh, A. K. (2023). ECG Signal Feature Extraction Trends in Methods and Applications. *Biomedical engineering*, 74-86.
- Sultana, N. K. (2015). Mitigation of noise and interference in ECG signal with Savitzky-Golay least squares polynomials and discrete wavelet transform. *Computer and communication Thecnologies*, 1-5.

- Sun, L. L. (2012). ECG analysis using multiple instance learning for myocardial infarction detection. *IEEE Trans. Biomed Engineering*, 48-56.
- Wicaksana, C. F. (2019). Comparison of acceleration python library on design and implementation of QRS detection module from ECG heart signal. *Materials Science and Engineering* , 1-7.
- Zavadjil, M. (2024). A decision tree classifier algorithm for the automated analysis of electrocardiogram signals to identify heart arrhythmias. *Journals of high school science*, 74-86.
- Zheng, J. G. (20 de 05 de 2025). *Physionet*. Obtenido de <https://physionet.org/content/ecg-arrhythmia/1.0.0/>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2024 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-07>

RIESGOS LATENTES EN BLOCKCHAIN: ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES CRÍTICAS Y SU IMPACTO EN ENTORNOS DESCENTRALIZADOS

Santacruz Aguirre, Carlos Marino

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Palmira, Colombia

cmsantacruz@unadvirtual.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1262-5273>

Núñez Alvarez, Yenny Stella

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Sogamoso, Colombia

yenny.nunez@unad.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-6278>

Dulce Villarreal, Edgar Roberto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Pasto, Colombia

edgar.dulce@unad.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1995-6718>

Mantilla Torres, Eduard Antonio

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Santa Marta, Colombia

Eduard.mantilla@unad.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0492-2136>

RESUMEN

El avance de Blockchain en los últimos años ha generado un profundo interés por su capacidad de transformar procesos en entornos digitales descentralizados, sin embargo, se han identificado varios riesgos que amenazan su seguridad y confianza. El presente estudio, de carácter documental, se orientó a identificar y analizar las vulnerabilidades críticas de Blockchain a partir de literatura especializada, incidentes reportados y revisiones sistemáticas recientes. Se abordaron categorías como los contratos inteligentes, los nodos y redes P2P, los protocolos de consenso, los mecanismos de interoperabilidad y la superficie global de ataque. El análisis dio a conocer que los contratos inteligentes y los puentes intercadena son los que concentran mayor cantidad de incidentes, con pérdidas económicas de varios millones de dólares. La investigación confirma que las superficies de ataque de Blockchain se amplían a medida que la tecnología se integra en más sectores, lo cual incrementa su exposición frente a actores maliciosos. Estos hallazgos soportan la necesidad de auditorías de seguridad, apoyadas con marcos de protección, para elevar su resiliencia en entornos descentralizados.

Palabras clave: Blockchain, Ciberseguridad, Superficie de ataque, Vulnerabilidad, Mitigación.

ABSTRACT

The advancement of Blockchain in recent years has generated profound interest due to its ability to transform processes into decentralized digital environments. However, several risks have been identified that threaten its security and trustworthiness. This documentary study aimed to identify and analyze the critical vulnerabilities of Blockchain based on specialized literature, reported incidents, and recent systematic reviews. Categories such as smart contracts, P2P nodes and networks, consensus protocols, interoperability mechanisms, and the global attack surface were addressed. The analysis revealed that smart contracts and cross-chain bridges account for the highest number of incidents, with economic losses amounting to several million dollars. The research confirms that Blockchain attack surfaces are expanding as the technology is integrated into more sectors, increasing its exposure to malicious actors. These findings support the need for security audits, backed by protection frameworks, to increase its resilience in decentralized environments.

Keywords: Blockchain, Cybersecurity, Attack surface, Vulnerability, Mitigation

1. INTRODUCCIÓN

Blockchain ha dejado de ser un concepto exclusivo de criptomonedas en los últimos años. Hoy aparece en debates sobre logística, proyectos de salud o iniciativas de gobierno digital. Su popularidad es notable, pero también genera dudas relacionadas con los principios de seguridad que debe soportar su funcionamiento. Este cuestionamiento cobra más fuerza a medida que la tecnología se integra en distintos sectores. La documentación de los casos recientes frente a la materialización de riesgos, presentes en esta tecnología, soporta la necesidad de intervenirla pronto con acciones de mejora. Algunos contratos inteligentes, creados para automatizar acuerdos, terminaron siendo explotados por fallos en su lógica. Algo similar ocurre con los puentes intercadena, los cuales fueron diseñados para facilitar la interoperabilidad, pero convertidos en puntos débiles que han provocado pérdidas de gran magnitud. Estos hechos aclaran que la descentralización no es sinónimo de seguridad total. Desde esta perspectiva surge la inquietud que guía el estudio, la cual pretende dar a conocer las vulnerabilidades críticas en Blockchain y las implicaciones sobre sus superficies de ataque. Para aclarar el tema, se adoptó un enfoque documental, apoyado en literatura académica y reportes técnicos. La hipótesis parte de estimar que con el crecimiento del número de aplicaciones, también crecen los riesgos. De ahí que el propósito central fuera caracterizar los principales vectores de ataque y valorar su impacto, con miras a aportar criterios útiles para fortalecer la seguridad en entornos descentralizados.

2. MARCO CONCEPTUAL

Blockchain como tecnología de registro distribuido

Blockchain suele describirse como una tecnología de registro distribuido que garantiza trazabilidad e inmutabilidad de la información mediante bloques enlazados y técnicas criptográficas (Saad et al., 2020). Su propuesta de transparencia y descentralización motivó su incorporación en sectores estratégicos; sin embargo, ese mismo proceso abrió la puerta a nuevas áreas de exposición y riesgos que se han documentado en diferentes escenarios (Díaz, 2019).

Contratos inteligentes

Los contratos inteligentes constituyen programas autoejecutables que automatizan acuerdos y procesos en la cadena. Si bien su uso ha optimizado operaciones, su diseño defectuoso o la falta de auditorías rigurosas han derivado en vulnerabilidades críticas como ataques de reentrada y manipulación de flujos lógicos (Noor & Mustafa, 2024b). La investigación de Ali (2022) subraya

que estas debilidades afectan especialmente al ecosistema de las finanzas descentralizadas, donde los contratos concentran un volumen elevado de transacciones.

Nodos y redes P2P

La seguridad de Blockchain está estrechamente vinculada con la forma en que los nodos interactúan dentro de redes P2P. Sin embargo, experiencias como los ataques Sybil y Eclipse han puesto en evidencia que estas redes pueden manipularse a través de identidades falsas o del aislamiento de determinados nodos, lo que permite modificar la validación de bloques y comprometer la estabilidad general del sistema (Zalte et al., 2023).

Protocolos de consenso

Los mecanismos de consenso se usan para validar bloques nuevos. Proof of Work (PoW) y Proof of Stake (PoS) son algunos de estos mecanismos. PoW se cuestiona por el alto gasto energético; PoS, en cambio, puede concentrar validadores y así poner en riesgo la descentralización buscada (Sus, 2022).

Puentes intercadena y oráculos externos

La interoperabilidad entre cadenas y la conexión con datos externos dependen de puentes intercadena y oráculos. Estos componentes, sin embargo, se han convertido en algunos de los principales vectores de ataque, debido a errores en contratos de validación y a dependencias externas que introducen puntos únicos de fallo. Diversos estudios señalan que los incidentes más costosos en Blockchain han estado relacionados con este tipo de infraestructuras (Liao et al., 2024; Kouki et al., 2025; Belenkov et al., 2025).

Superficie de ataque

Zona en la que un adversario puede intentar aprovechar vulnerabilidades para comprometer un sistema (Saad et al., 2020). En Blockchain, esta zona es particularmente amplia y dinámica debido a sus diversos componentes y la integración con aplicaciones externas. Lotfi et al. (2025) argumentan que esta expansión hace que Blockchain sea un ecosistema difícil de proteger, donde las amenazas evolucionan tan rápido como la propia tecnología.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se basa en una investigación documental, utilizando un enfoque cualitativo para analizar e interpretar información existente. Se revisó, analizó y sintetizó literatura científica y técnica sobre la seguridad en Blockchain para identificar vulnerabilidades críticas en entornos descentralizados y entender sus implicaciones prácticas. En esencia, se buscó un acercamiento descriptivo y exploratorio.

El proceso comenzó recopilando fuentes secundarias, como artículos arbitrados, revisiones sistemáticas y reportes técnicos. En particular, nos enfocamos en los registros de vulnerabilidades de la base de datos CVE de MITRE, que nos ayudaron a identificar incidentes reales. Posteriormente, organizamos toda la información en matrices para clasificar las vulnerabilidades según categorías comunes en la literatura, como contratos inteligentes, nodos, protocolos de consenso, puentes intercadena y oráculos.

Con toda la información ya organizada, procedimos a un análisis comparativo para encontrar patrones de ataque y tendencias recurrentes. Esta etapa nos permitió organizar los hallazgos según su impacto en la confidencialidad, integridad y disponibilidad, sentando las bases para discutir y proponer estrategias de mitigación.

En conjunto, este método, al definir con claridad el tipo, el diseño y el alcance del estudio, ofrece bases para que los resultados puedan ser comprendidos y evaluados en términos de validez y reproducibilidad. A su vez, brinda un marco riguroso para analizar los riesgos que permanecen latentes en los sistemas Blockchain.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la literatura y los registros técnicos revisados permitió identificar que los riesgos latentes en Blockchain se concentran en cinco categorías principales: contratos inteligentes, nodos y redes P2P, protocolos de consenso, puentes intercadena y oráculos externos, además de la superficie de ataque general. Estas categorías recogen los principales vectores de explotación en los últimos años y han sido documentadas en múltiples estudios (Noor & Mustafa, 2024b; Zalte et al., 2023; Sus, 2022; Liao et al., 2024; Kouki et al., 2025). La Tabla 1 presenta una síntesis de dichas categorías, con sus descripciones, ejemplos de riesgos documentados y las referencias asociadas.

Tabla 1

Categorías de vulnerabilidades en Blockchain según la revisión bibliográfica

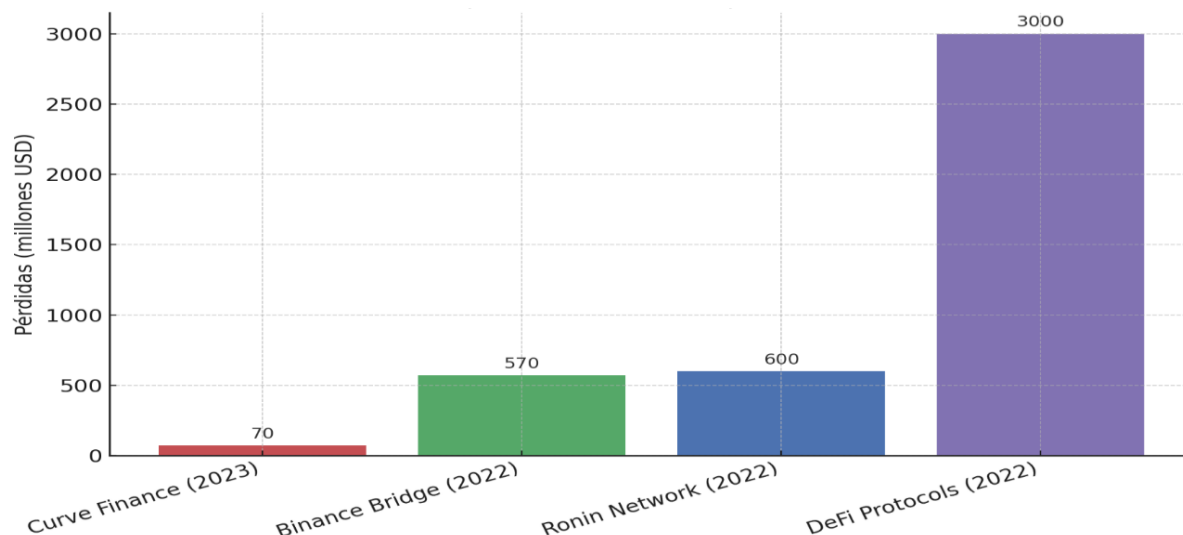
Categoría	Descripción principal	Ejemplos de riesgos documentados	Referencias
Contratos inteligentes	Código autoejecutable vulnerable a fallos lógicos	Reentrada, manipulación de funciones	Noor & Mustafa (2024b); Ali (2022)
Nodos y redes P2P	Infraestructura distribuida susceptible de manipulación	Sybil, Eclipse	Zalte et al. (2023)
Protocolos de consenso	Mecanismos de validación afectados por debilidades	Concentración de poder en PoS	Sus (2022)
Puentes intercadena/oráculos	Elementos de interoperabilidad con puntos únicos de fallo	Validación deficiente, ataques externos	Liao et al. (2024); Kouki et al. (2025); Belenkov et al. (2025)
Superficie de ataque	Conjunto global de vulnerabilidades potenciales	Exposición creciente por integración	Saad et al. (2020); Lotfi et al. (2025)

Nota. Consolidado de vulnerabilidades críticas en Blockchain. Fuente: Elaboración propia con base en Santacruz (2025).

Los resultados también evidencian que los contratos inteligentes y los puentes intercadena concentran los incidentes más costosos en la historia reciente de Blockchain. En 2022, el ataque a Ronin Network ocasionó pérdidas superiores a 600 millones de dólares, mientras que el hackeo al puente de Binance Smart Chain ascendió a 570 millones (Belenkov et al., 2025). A esto se suma el caso de Curve Finance en 2023, que reportó alrededor de 70 millones de dólares en pérdidas (Noor & Mustafa, 2024b). Además, los ataques a protocolos DeFi en 2022 alcanzaron aproximadamente 3.000 millones de dólares, lo que refleja una tendencia de crecimiento en las pérdidas económicas (Liao et al., 2024; Kouki et al., 2025). La Figura 1 muestra comparativamente estos incidentes representativos, ordenados de forma ascendente.

Figura 1

Pérdidas económicas por incidentes en Blockchain (2022–2023)



Nota. Comparación de pérdidas económicas en millones de dólares ocasionadas por incidentes representativos en Blockchain. Fuente: Elaboración propia con base en Santacruz (2025).

Los resultados muestran que los riesgos más graves no se distribuyen de manera uniforme. En este caso, los contratos inteligentes que suelen fallar cuando carecen de revisiones profundas y los mecanismos de interoperabilidad concentran la mayor parte de los ataques. De hecho, son también los que ocasionan pérdidas económicas de mayor magnitud. No es casual que Noor & Mustafa (2024b) insistan en la necesidad de auditorías rigurosas en contratos inteligentes. Algo semejante exponen Liao et al. (2024), al señalar que los puentes intercadena constituyen los puntos de exposición más críticos, observación que coincide con los hallazgos de este estudio y que abre la discusión hacia escenarios aún por explorar.

5. CONCLUSIONES

El estudio evidenció que las vulnerabilidades en Blockchain se concentran en categorías críticas como los contratos inteligentes y los mecanismos de interoperabilidad, en especial los puentes intercadena. Estos vectores registraron los incidentes más costosos, con pérdidas que superaron cientos de millones de dólares y miles de millones en un solo año, lo que confirma la magnitud de los riesgos asociados.

La seguridad de Blockchain no depende solo de criptografía, sino también de la dinámica preventiva de fallos de software y buenas prácticas con integraciones externas. Esto plantea la necesidad de auditorías, pruebas y controles técnicos que reduzcan puntos únicos de fallo, particularmente en escenarios DeFi.

La investigación confirmó la hipótesis de que la superficie de ataque de Blockchain se ha expandido con su adopción en diversos sectores, aumentando el riesgo sobre confidencialidad, integridad y disponibilidad. Este hallazgo refuerza la necesidad de aplicar marcos internacionales de seguridad y mejorar los mecanismos de mitigación actuales.

REFERENCIAS

- Ali, A. (2022). *Smart contracts vulnerabilities: Analysis and mitigation strategies*. International Journal of Computer Science, 19(4), 45–59.
- Belenkov, V., Doku, J., & Ahmed, M. (2025). *Security breaches in cross-chain bridges: An empirical review*. IEEE Access, 13, 10455–10469.
- Díaz, R. (2019). *Seguridad en sistemas distribuidos: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Alfaomega.
- Kouki, A., Lounis, K., & Bensalem, S. (2025). *Blockchain security challenges: Interoperability, scalability and quantum threats*. Future Generation Computer Systems, 143, 556–570.
- Liao, J., Zhou, Q., & Lin, C. (2024). *Cross-chain communication vulnerabilities: Taxonomy and mitigation approaches*. Computers & Security, 135, 103567.
- Lotfi, R., Miremadi, S., & Rahmani, A. (2025). *Trends and challenges in blockchain adoption: Security and scalability issues*. Annals of Operations Research, 328(1), 77–93.
- Noor, R., & Mustafa, M. (2024b). *Smart contract security in blockchain ecosystems: A systematic review*. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 36(12), e7890.
- Saad, M., Kamhoua, C., Njilla, L., Kim, J., & Nyang, D. (2020). *Exploring the attack surface of blockchain: A systematic overview*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 22(3), 1977–2008.
- Santacruz, C. M. (2025). *Análisis de superficies de ataque en blockchain y estrategias de mitigación para el fortalecimiento de la seguridad y resiliencia en entornos digitales*. [Monografía]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/73201>
- Sus, J. (2022). *Proof of Stake vulnerabilities: Oligopoly and validator collusion risks*. Journal of Cybersecurity Research, 5(2), 120–137.
- Zalte, A., Sharma, R., & Singh, K. (2023). *Sybil and Eclipse attacks in blockchain networks: A review*. International Journal of Computer Networks and Applications, 10(4), 1–12.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-08>

MÁS ALLÁ DEL AULA: PLATAFORMA WEB MODULAR DE FÍSICA PARA POTENCIAR LA COMPRENSIÓN CIENTÍFICA

Trujillo Boada, Alexis Alejandro

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ambato, Ecuador

aatrujillob@pucesa.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-4899-7837>

Pailiacho-Mena, Verónica

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ambato, Ecuador

vpailiacho@pucesa.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8394-3148>

RESUMEN

Los paradigmas educativos tradicionales de física en el bachillerato de Ecuador presentan limitaciones para el desarrollo del pensamiento crítico, por lo que se requiere de enfoques pedagógicos innovadores que pueden definirse a través de tecnologías digitales. Este trabajo presenta el desarrollo de una plataforma web modular de refuerzo académico para la enseñanza de física que se compone de recursos explicativos a través de texto y videos, experimentación con simulaciones interactivas y evaluación formativa a través de reactivos. Para el desarrollo se utilizó la metodología ágil *Scrum* con el desarrollo de ocho *sprints*, implementando una arquitectura MVC (Modelo-Vista-Controlador) utilizando herramientas como *Laravel-React*, *Three.js* y *Rapier.js*, y MySQL. El sistema incluye: autenticación segura, roles diferenciados (profesor-estudiante) y herramientas de gestión académica. El objetivo del proyecto es brindar una plataforma que promueva la comprensión conceptual y el desarrollo de competencias científicas, proporcionando un modelo replicable para la modernización de la enseñanza de la física en bachillerato en Ecuador.

Palabras clave: SCRUM, Plataforma Web, Física, Recursos digitales.

ABSTRACT

Traditional educational paradigms for physics in Ecuadorian high schools present limitations for the development of critical thinking, which highlights the need for innovative pedagogical approaches supported by digital technologies. This study presents the development of a modular web platform for academic reinforcement in physics teaching, composed of explanatory resources through text and videos, experimentation with interactive simulations, and formative assessment through test items. The development followed the agile *Scrum* methodology over eight sprints, implementing an MVC (Model-View-Controller) architecture using tools such as *Laravel-React*, *Three.js*, *Rapier.js*, and MySQL. The system includes secure authentication, differentiated roles (teacher-student), and academic management tools. The objective of the project is to provide a platform that fosters conceptual understanding and the development of scientific competencies, offering a replicable model for the modernization of physics education in Ecuadorian high schools.

Keywords: SCRUM, Web Platform, Physics, Digital resources.

1. INTRODUCCIÓN

Los paradigmas educativos actuales, especialmente en disciplinas científicas como la física, privilegian metodologías tradicionales de transmisión unidireccional de información que inhiben el desarrollo del pensamiento crítico. Asimismo, la investigación contemporánea demuestra que el aprendizaje significativo requiere entornos académicos donde el conocimiento sea personalmente relevante y accesible mediante el esfuerzo continuo (Chew & Cerbin, 2020). En ese marco, la integración de recursos tecnológicos es un enfoque holístico que mejora la adaptabilidad, la transferencia de saberes a escenarios reales y la cooperación estudiantil. Su eficacia depende de una implementación sustentada en la identificación de necesidades específicas y en una adecuada contextualización para generar experiencias educativas integradoras. (Gusho et al., 2023)

En el contexto ecuatoriano, la enseñanza de la física inicia en el bachillerato, y requiere el desarrollo del pensamiento crítico para comprender fenómenos físicos, resolver problemas y tomar decisiones basadas en evidencia empírica y razonamiento lógico. Esas competencias son valiosas para el progreso académico y para el desempeño profesional exitoso, no obstante, los enfoques pedagógicos tradicionales presentan limitaciones en ese aspecto (Gunawan et al., 2024), pues son repetitivos y centrados en el texto guía, sin mayor relación con la vida diaria. Ante esa situación, múltiples investigaciones indican que las simulaciones interactivas pueden cerrar la brecha entre comprensión procedimental y conceptual, lo que proporciona una base sólida para formular herramientas educativas que incorporen esas tecnologías como elemento central.

El presente texto describe el diseño, el desarrollo y la validación de “Gravedad Cero”, el cual es una plataforma web modular y escalable para la formación en física para bachillerato, que integra simulaciones interactivas, videos educativos y seguimiento de progreso académico. La aplicación incluye un sistema de autenticación, interfaces de navegación académica y herramientas de seguimiento estudiantil diseñadas con criterios básicos de accesibilidad y usabilidad. La arquitectura busca facilitar la adaptación de sus recursos pedagógicos a diferentes contextos educativos y la incorporación futura de contenidos de otras disciplinas sin modificaciones estructurales mayores. De esa manera, se pretende proporcionar una herramienta orientada a la comprensión conceptual que desarrolle habilidades de resolución de problemas aplicables más allá de la física.

2. MARCO CONCEPTUAL

Los simuladores digitales pueden mejorar la comprensión conceptual y las competencias científicas en física de estudiantes de bachillerato. En particular, las simulaciones interactivas del proyecto *Physics Education Technology* (PhET) de la Universidad de Colorado demuestran ese impacto positivo según múltiples investigaciones. Esa efectividad se ilustra en el trabajo *“Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature”*, que analizó 31 estudios cuasi experimentales de la década de 2010 y concluyó que las visualizaciones interactivas son recursos pedagógicos que apoyan el desarrollo conceptual (Banda & Nzabahimana, 2021). Paralelamente, la indagación *“PhET simulation software-based learning to improve science process skills”*, evidenció una mejora del 37% en las habilidades de proceso científico. (Haryadi & Pujiastuti, 2020). Esos hallazgos sugieren que las simulaciones son efectivas para la comprensión conceptual y para el fortalecimiento de competencias procedimentales.

Dentro del panorama latinoamericano, diversos estudios confirmaron esos resultados favorables. El análisis "Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar competencias de solución de problemas de física", integró simulaciones PhET en el bachillerato técnico colombiano y reportó un incremento del 28% en la resolución de problemas físicos. Esa mejora se atribuyó a la capacidad de las simulaciones de vincular conceptos abstractos con aplicaciones tangibles (Pérez-Higuera et al., 2020). En Ecuador, el trabajo "Simuladores Phet: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física", realizado con estudiantes de primer año de bachillerato, demostró mejoras significativas en conocimiento y habilidades, promoviendo una comprensión integradora de la física. (Farfán & Mestres, 2023).

De ese modo, la evidencia empírica demuestra consistentemente que las simulaciones interactivas son instrumentos transformadores para la enseñanza de física. Los estudios presentados muestran mejorías en las competencias científicas fundamentales, lo que evidencia su impacto directo en el aprendizaje significativo. Adicionalmente, la convergencia de resultados positivos en contextos educativos diversos subraya que la efectividad de esas tecnologías trasciende las particularidades curriculares y culturales. En consecuencia, la plataforma generada usa simulaciones con la diferencia de proporcionar contextualización temática, lo cual aumenta su efectividad pedagógica.

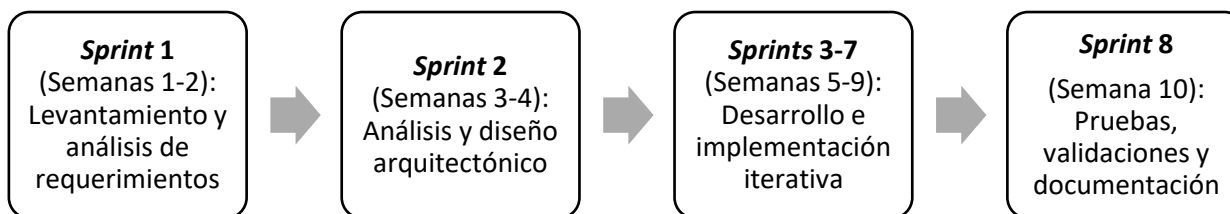
3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la plataforma se empleó la metodología ágil *Scrum*, la cual se estructura en incrementos funcionales mediante ciclos iterativos, conocidos como *sprints*, que integran análisis, diseño, implementación y entrega (Pressman, 2010). Se adoptó *Scrum* para sincronizar los avances con el cronograma de evaluaciones académicas, incorporar modificaciones derivadas de la retroalimentación docente, y optimizar el tiempo dentro de las restricciones del período académico.

La planificación duro 10 semanas agrupadas en 8 *sprints* como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Gráfico cronológico que muestra el progreso del proyecto a través de los sprints.



Sprint 1: Levantamiento y análisis de requisitos

El levantamiento de requerimientos se realizó mediante una encuesta estructurada que definió al proyecto como una plataforma web de refuerzo académico, donde los profesores pueden designar unidades temáticas a estudiantes específicos. Así, a nivel funcional, se determinó un módulo de autenticación de usuarios, roles profesor-estudiante y aspectos básicos de usabilidad y accesibilidad. Dentro de los contenidos, se estableció un módulo de navegación académica con recursos explicativos, experimentación y evaluación.

Los requerimientos no funcionales se enfocaron en la seguridad del tratamiento de datos sensibles, la optimización de los recursos tecnológicos y la flexibilidad para implementar contenidos sin modificar la arquitectura. Por otro lado, se propusieron las temáticas “Distancia y Desplazamiento”, “Rapidez y Velocidad”, “Aceleración” y “Fuerza”, las cuales se eligieron como refuerzo del bloque “Movimiento y Fuerza” perteneciente a la malla curricular de física del primer año de bachillerato ecuatoriano. (Edgar, Enoc, José, & Sylvia, 2024)

Sprint 2: Análisis y diseño arquitectónico

Los requisitos se organizaron de forma jerárquica para formar casos de uso e historias de usuario, lo que se convirtió en una lista priorizada de funcionalidades, mejoras y correcciones. A su vez, a nivel de tecnologías, se optó por el patrón MVC para facilitar la mantenibilidad y la escalabilidad. Dentro de ese marco, Laravel se integró con React mediante Inertia.js, optimizando el rendimiento a través de actualizaciones selectivas de componentes. La funcionalidad de simulaciones 3D se desarrolló utilizando Three.js para renderizado y Rapier.js como motor de física. En la base de datos, se constituyeron las tablas y sus relaciones de tal manera que se permite la asociación selectiva de estudiantes y temáticas.

Sprints 3-7: Desarrollo e implementación iterativa

Laravel implementó el aspecto de seguridad mediante encriptación de datos, protección de rutas, interacciones con la base de datos y la definición de roles con sus permisos. React garantizó el cumplimiento de principios básicos de usabilidad y accesibilidad a través del contraste texto-fondo adecuado, tipografía legible, consistencia visual e interfaces intuitivas basadas en patrones de navegación. Three.js constituyó las animaciones de las simulaciones, mientras que el motor de físicas Rapier.js aseguró la fidelidad física de las visualizaciones.

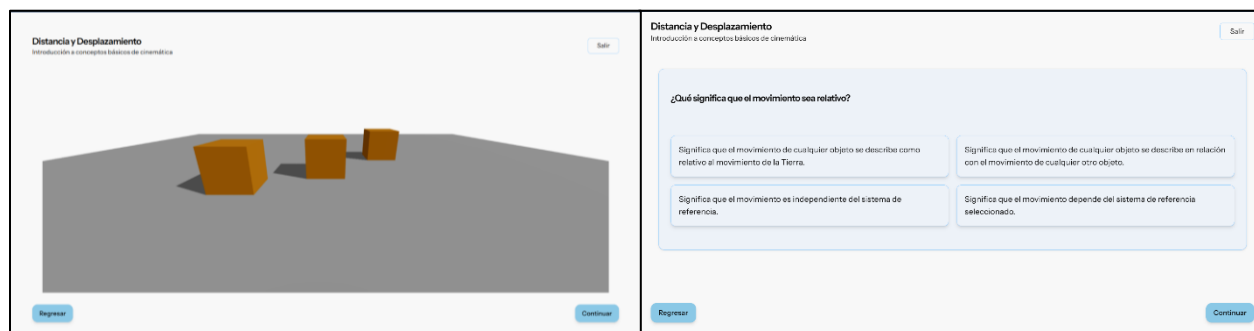
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concluido el desarrollo del back-end y el front-end con la arquitectura MVC, se obtuvo una plataforma de refuerzo académico modular que posee la facilidad de integrar nuevas funcionalidades ágilmente. Esta se compone de módulos de autenticación de usuarios, gestión de cursos, navegación académica y roles profesor-estudiante. El primer módulo valida al usuario mediante correo electrónico con contraseña y verifica nuevas cuentas. El segundo administra los cursos, controla la asignación de temáticas para ciertos estudiantes y es accesible solo para el rol de profesor. De esa manera, la navegación académica guía al usuario secuencialmente por videos, textos, simulaciones y un cuestionario de opción múltiple, todo desarrollado desde cero adaptado a los contenidos del libro guía. Dentro de esa lógica, se registra el avance del estudiante y la calificación obtenida para ser mostrada en la parte de gestión de estudiantes.

Como caso representativo la unidad "Distancia y Desplazamiento" sigue la secuencia: video introductorio, texto explicativo, simulación interactiva, segundo video y texto complementario, finalizando con una evaluación de opción múltiple. En la figura 2 se muestra la simulación y evaluación, aquí se evidencia el diseño de la navegación académica, donde los elementos perimetrales son persistentes y la sección central cambia para desplegar los distintos recursos. Finalmente, el estudiante obtiene un certificado con la calificación obtenida en el curso, mientras tanto, el profesor puede visualizar el avance de cada estudiante, hacer la revisión de calificaciones, y volver a inscribir a un estudiante en caso de requerir más refuerzo. Cabe recalcar que las demás temáticas siguen el mismo formato.

Figura 2

Gráfico que ilustra la navegación académica, en la parte izquierda se muestra una simulación y en la parte derecha una pregunta del cuestionario.



La plataforma se validó con pruebas en un entorno controlado, en ese sentido se ejecutaron pruebas unitarias para verificar el funcionamiento de componentes individuales, pruebas de integración para validar la interacción entre módulos, revisiones de código para evaluar la calidad del desarrollo, y validación de requerimientos para confirmar el cumplimiento de las especificaciones establecidas.

5. CONCLUSIONES

La implementación bajo la metodología *Scrum* permitió una gestión eficiente del desarrollo, facilitando la incorporación de retroalimentación continua y la adaptación a los requerimientos. La arquitectura tecnológica, facilita el desarrollo de unidades temáticas dentro de un contexto pedagógico integrador que incluyen recursos conceptuales, procedimentales y evaluativos. Asimismo, los roles diferenciados (profesor-estudiante) y las funcionalidades de seguimiento académico proporcionan un marco organizativo que facilita la gestión educativa y la personalización del aprendizaje. De esa manera, la contribución principal de este trabajo radica en proporcionar una plataforma de refuerzo académico escalable que integra recursos pedagógicos realizados desde cero para contribuir al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Como futuras líneas de investigación se puede validar el impacto pedagógico de la plataforma en un año lectivo, expandir el catálogo de los módulos temáticos, evaluar la efectividad comparativa respecto a metodologías tradicionales e incorporar accesibilidad en entornos de simulación. En síntesis, el proyecto representa una base hacia una visión de la enseñanza de la física mediante tecnologías digitales, con ecosistemas educativos más interactivos, adaptativos y alineados con las demandas de la educación contemporánea.

REFERENCIAS

- Banda, H. J. & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature (Physics Review Journals) <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>
- Chew, S. L., & Cerbin, W. J. (2020). The cognitive challenges of effective teaching. The Journal of Economic Education, 52(1), 17–40. <https://doi.org/10.1080/00220485.2020.1845266>

- Edgar, F., Enoc, Q., José, N., & Sylvia, F. (2024). Física 1 Bachillerato General . Quito: Ministerio de Educación.
- Farfán, J. G. C., & Gómez, U. M. (2023). Simuladores Phet: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 8(11), 1303-1322. DOI: 10.23857/pc.v8i11.6337
- Gusho, L., Muçaj, A., Petro, M. ., & Vampa, M. . (2023). The Use of Educational Technology to Improve the Quality of Learning and Teaching: A Systematic Research Review and New Perspectives. International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 18(15), pp. 109–119. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i15.39641>
- Gunawan, G., Kosim, K., Larasafitri, M. N., & Herayanti, L. (2024). Development and Evaluation of a Cognitive Conflict-Based Physics Learning Module in a Blended Learning Model. Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education, 6(2), 179-189. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci3766>
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2020). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. In Journal of physics: conference series (Vol. 1521, No. 2, p. 022017). IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/1521/2/022017
- Pérez, G., Niño, J., Fernández, F. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar competencias de solución de problemas de física. Alibi Revista De Investigación, administración e ingeniería, 8(3), 17-23. <https://doi.org/10.15649/2346030X.863>
- Pressman, RS (2010) Ingeniería de software: un enfoque profesional. 7.^a edición, McGraw Hill, Nueva York.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-09>

COMPETENCIAS DOCENTES PARA LA INTEGRACIÓN DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA COMUNICACIÓN SOCIAL

Cedeño González, Nataly Alicin

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNIC yT)
Panamá

Dirección de Correo Electrónico
natalycedeno3098@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7076-7068>

Briceño, Magally

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNIC yT)
Panamá

Magally.briceno@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9689-7067>

Resumen

La presente investigación analiza las competencias del docente de pregrado en la integración de la inteligencia artificial (IA) en la disciplina de Comunicación Social. Se utilizó una investigación descriptiva de campo a través de un instrumento aplicado a diecisiete (17) docentes universitarios que participaron en un taller denominado "Integración de Nuevas Tecnologías en Enseñanza Creativa". Se exploró su nivel de conocimiento, uso, percepción y disposición frente a la integración de herramientas de IA en el proceso educativo. Los resultados evidencian que, aunque la mayoría de los docentes ha utilizado herramientas como ChatGPT, Gemini y Grammarly, su formación formal en IA es limitada. Se identifican ventajas percibidas, como el ahorro de tiempo, la mejora en la redacción y el acceso rápido a información. No obstante, también se expresan preocupaciones sobre la veracidad de los contenidos generados, la posible pérdida de creatividad y el riesgo de dependencia tecnológica. Los hallazgos confirman que el docente requiere una formación integral que combine habilidades tecnológicas, pensamiento crítico, sensibilidad ética y capacidad de innovación pedagógica. Los docentes reconocen la importancia de enseñar a los estudiantes el uso responsable de la IA, lo que refleja una actitud positiva hacia su integración en la disciplina de comunicación social. El taller realizado como parte del estudio generó un impacto favorable en los participantes, despertando interés por continuar la formación en áreas como ética, seguridad digital y aplicaciones específicas de IA en la Comunicación Social.

Palabras clave: Competencias, IA, enseñanza, aprendizaje.

Abstract

This research analyzes the competencies of undergraduate teachers for the integration of artificial intelligence (AI) in the discipline of Social Communication. Descriptive field research was used through an instrument applied to seventeen (17) university teachers who participated in a workshop called "Integration of New Technologies in Creative Teaching." Their level of knowledge, use, perception and willingness to integrate AI tools into the educational process was

explored. The results show that, although most teachers have used tools such as ChatGPT, Gemini and Grammarly, their formal training in AI is limited. Perceived advantages are identified, such as time savings, improvement in writing and quick access to information. However, concerns are also expressed about the veracity of the generated content, the possible loss of creativity and the risk of technological dependence. The findings confirm that teachers require comprehensive training that combines technological skills, critical thinking, ethical sensitivity and capacity for pedagogical innovation. Teachers recognize the importance of teaching students about the responsible use of AI, reflecting a positive attitude toward its incorporation into the discipline of social communication. The workshop conducted as part of the study had a positive impact on participants, sparking interest in continuing their training in areas such as ethics, digital security, and specific applications of AI in social communication.

Keywords: Competencies, AI, teaching, learning.

1. INTRODUCCIÓN

La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en los distintos ámbitos de la vida cotidiana ha transformado profundamente los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. En el contexto de la Comunicación Social, esta transformación adquiere una relevancia particular, dado el dinamismo del entorno digital y la constante evolución de las herramientas tecnológicas que median la producción, difusión y consumo de contenidos. Ante este panorama, el rol del docente universitario se redefine, exigiendo nuevas competencias que integren el uso crítico, ético y creativo de la IA en sus prácticas pedagógicas. Ya no basta con dominar los contenidos disciplinares; es necesario que el docente sea capaz de guiar a los estudiantes en el uso responsable de tecnologías emergentes, fomentar el pensamiento crítico frente a los algoritmos y promover la innovación en la construcción del conocimiento.

Esta investigación tiene como objetivo analizar las competencias del docente de pregrado en la integración de la IA en la disciplina de Comunicación Social. A partir de un instrumento aplicado a docentes universitarios. Se busca identificar el nivel de conocimiento, uso, percepción y disposición de los docentes frente a la integración de la IA en los procesos de aprendizaje de la disciplina Comunicación Social. El estudio parte de la premisa de que la integración efectiva de los docentes en la disciplina de Comunicación Social utilizando la IA no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino de la capacidad del docente para adaptarse, reflexionar y transformar sus prácticas en función de los desafíos del entorno digital. En este sentido, comprender el perfil de competencias del docente resulta clave para diseñar estrategias de formación que respondan a las exigencias del presente y anticipen las del futuro.

2. MARCO CONCEPTUAL

Se entiende por comunicación el acto de intercambiar información entre diferentes individuos mediante plataformas. En un mundo perfecto, este procedimiento sería continuo y sin dificultades. No obstante, la realidad muestra distorsiones que perjudican la claridad del mensaje. La distorsión semántica y la sintáctica son algunos de los tipos más frecuentes. La primera sucede cuando el sentido de un mensaje se malinterpreta, mientras que la segunda ocurre cuando un mensaje está redactado con confusión y genera malentendidos. Entender estas distorsiones es vital para hacer la comunicación digital más efectiva. (Lembke, 2024; Shannon y Weaver, 1949; Jakobson, 1960).

En todos los campos, incluso el educativo, laboral y personal, la incorporación de la inteligencia artificial (IA) ha establecido un hito debido a las acciones que esta produce en la resolución de problemas, en la comunicación y en la búsqueda rápida de información. Sin embargo, según Jiménez Nájera (2024), la inteligencia artificial solo reproduce la creatividad de los humanos; las

respuestas que produce pueden ser genéricas o robóticas, sin los matices y experiencias exclusivas que solo los seres humanos son capaces de brindar (Umaña, 2022).

Por lo anterior, las acciones de la inteligencia artificial (IA) en la comunicación, en la solución de problemas y en la búsqueda rápida de información, su incorporación ha sido un hito en todos los campos: el educativo, el laboral y el personal. Sin embargo, la IA se restringe a imitar la creatividad humana, como indica Jiménez Nájera (2024); no es capaz de generarla o producir respuestas que sean específicas y que incluyan los matices y las experiencias personales que solo los seres humanos pueden ofrecer (Umaña, 2022).

Cisne Loján, et. al. (2024), sugieren que el uso excesivo de estas tecnologías puede generar dependencia y perjudicar las capacidades del usuario, debilitando su capacidad de pensar críticamente y ser creativo. La investigación de Abbas, Jam y Khan (2024) muestra que el uso excesivo de la inteligencia artificial generativa en el ámbito educativo provoca en los alumnos universitarios una disminución de la memoria, un rendimiento bajo, calificaciones reducidas, una producción insuficiente del conocimiento y una falta de capacidad para tomar decisiones efectivas.

Es importante indicar que los detectores de textos generados por IA no son fiables en escenarios prácticos, lo que puede implicar errores que afectan a los estudiantes. Este es uno de los retos éticos que deben asumir los docentes.

Sin embargo, la IA puede ser utilizada como punto de partida para nuevas modalidades de comunicación social, utilizando herramientas que generen contenidos coherentes. Por ejemplo, el empleo correcto de plataformas como Protms puede ayudar a crear enunciados, párrafos, recomendaciones de hashtags, formatos para publicar en redes sociales, ideas ilustrativas, generación de narraciones (storytelling), herramientas automatizadas, chatbots educativos o textos especializados para páginas web (Del Vasto Bermúdez, 2024). Estas herramientas emplean análisis de datos y algoritmos para adecuar el contenido y las actividades de las capacidades y requerimientos de cada alumno. Este tiene la posibilidad de emplear materiales interactivos para aprender, llevar a cabo ejercicios prácticos, obtener retroalimentación al instante y perfeccionar la comprensión de ideas. Asimismo, la automatización ha hecho posible que el seguimiento del avance estudiantil sea más eficaz, lo que facilita a los maestros el monitoreo del rendimiento personal y la adquisición de información sobre las debilidades y fortalezas de cada alumno.

La narración transmedia está transformando la producción de contenidos y la participación del público en tiempos de inteligencia artificial, al combinar la difusión de relatos a través de varias plataformas y medios (Mujica-Sequera, 2024).

La tecnología posibilita que los alumnos se involucren más activamente, accedan a tutoriales, simulaciones y recursos multimedia y exploren contenidos a su propio ritmo. Es de suma importancia que los alumnos adquieran competencias como el pensamiento computacional, la alfabetización mediática, la colaboración en línea y la solución de problemas complejos. (Area-Moreira, 2018 y 2021).

Además, para que la IA se incorpore de manera eficaz a la enseñanza, los profesores deben adquirir habilidades digitales concretas, entre ellas el poder usar herramientas tecnológicas de un modo ético y pedagógicamente relevante (Cabero-Almenara & Llorente-Cejudo, 2020). Estas capacidades facilitan que los educadores conduzcan el aprendizaje, promuevan la reflexión

crítica y la creatividad, y capaciten a los alumnos para emplear la IA de forma responsable y consciente, lo que propicia un aprendizaje más eficaz y enriquecedor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación es de campo porque los datos se obtuvieron directamente de los diecisiete profesores que asistieron al taller. El diseño es cuantitativo porque se aplicó una encuesta Google Forms con 7 preguntas. Esta tuvo como objetivo recopilar información sobre las experiencias y percepciones de los Docentes en relación a diferentes aspectos de la vida académica.

La información obtenida permitió identificar áreas de mejora y fortalecer las estrategias pedagógicas, asegurando así un ambiente de aprendizaje más efectivo y enriquecedor.

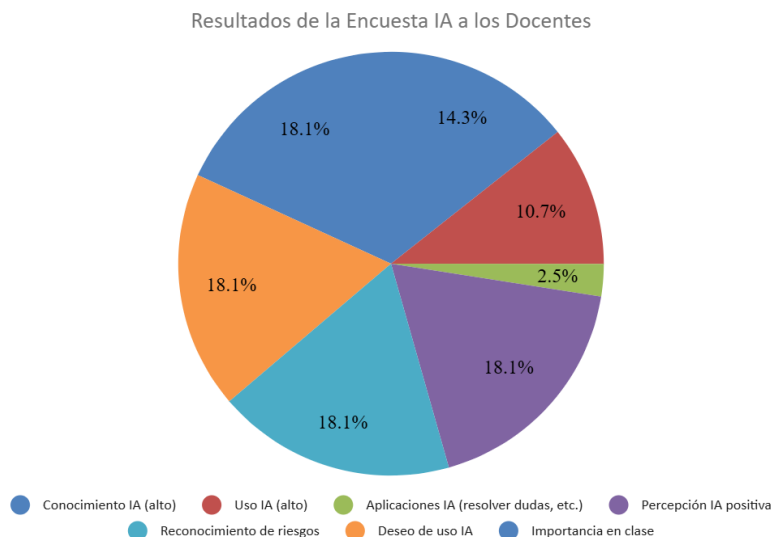
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos indicaron que el 79% de los encuestados manifestó tener un alto conocimiento acerca de la inteligencia artificial (IA), mientras que el 59% reportó un uso intensivo de estas herramientas. Sin embargo, dicho uso no se orienta prioritariamente a la creación de cuestionarios, contenidos didácticos o elaboración de actividades de clase, sino más bien a tareas como la búsqueda y organización de información, el apoyo en la planificación pedagógica, la simplificación de procesos administrativos y el análisis de datos de los estudiantes. No obstante, solo un 13.6% las emplea específicamente para aclarar dudas o tareas periféricas de la IA. Este dato revela que, aunque los docentes conocen y usan IA, no la están aprovechando en todo su potencial pedagógico (ej. acompañamiento personalizado, interacción directa con los estudiantes) y que hay una brecha entre el conocimiento declarado y la aplicación práctica de estas herramientas. (Figura 1).

Se muestra, además, en la figura indicada, que existe una percepción positiva sobre la IA, con todos los participantes (100%) evaluándose de manera favorable y reconociendo los peligros relacionados. Este mismo porcentaje refleja el deseo de emplear la inteligencia artificial en su instrucción y reconoce su relevancia en el salón de clases. Estos descubrimientos no solo señalan retos, sino que además ofrecen una base firme para robustecer las tácticas pedagógicas.

Además, los resultados reflejan una percepción positiva hacia la IA, con un 100% de los participantes valorándose favorablemente y reconociendo los riesgos asociados. Este mismo porcentaje expresa un deseo de utilizar la IA en su enseñanza y considera su importancia en el aula. Estos hallazgos no solo identifican desafíos, sino que también proporcionan una base sólida para fortalecer las estrategias pedagógicas. A través de la comprensión de las percepciones de los docentes, se busca crear un ambiente de aprendizaje más efectivo y enriquecedor, beneficiando tanto a educadores como a estudiantes en el proceso educativo.

Figura 1



5. CONCLUSIONES

La investigación sobre las competencias docentes para la integración de la IA en la enseñanza de la comunicación social permite indicar que la mayoría de los docentes encuestados tienen algún grado de familiaridad con la inteligencia artificial, aunque no todos poseen formación formal en el área y escasamente han visualizado sus implicaciones pedagógicas en el aula.

Los docentes reconocen los beneficios en el uso de la IA, como ahorro de tiempo, mejora en la redacción y acceso rápido a información. Sin embargo, también expresan preocupaciones sobre la veracidad de los contenidos generados, posible pérdida de creatividad y riesgo de dependencia tecnológica. Esto revela una necesidad de fortalecer competencias críticas y éticas en el uso de IA.

Hay una actitud favorable hacia el uso de la inteligencia artificial como recurso de apoyo en el proceso educativo, por lo que es esencial instruir a los alumnos en su empleo responsable, lo cual indica una predisposición hacia la creación de nuevas habilidades pedagógicas.

La investigación muestra que, aunque los profesores están dispuestos a innovar con tecnologías emergentes, todavía es incipiente la apropiación pedagógica y crítica de la IA. Este aspecto brinda la oportunidad de reforzar las tácticas de capacitación y acompañamiento que faciliten la superación del uso instrumental hacia métodos que verdaderamente impulsen el aprendizaje.

REFERENCIAS

- Abbas, M., Jam, F., & Khan, A. (2024). Effects of generative AI usage on students' academic performance and creativity. *Journal of Educational Technology Research*, 15(2), 45–61.
- Area-Moreira, M. (2018). Competencias digitales en la educación superior: Retos y perspectivas. España: Editorial Octaedro.
- Area-Moreira, M. (2021). Alfabetización digital y mediática en el contexto universitario. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 35–52.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2020). Competencias digitales docentes en entornos educativos. *Revista de Educación a Distancia*, 20(65), 1–18.

- Cisne Loján, M., Antonio Romero, J., Sancho Aguilera, D., & Yajaira Romero, A. (2024). Consecuencias de la Dependencia de la Inteligencia Artificial en Habilidades Críticas y Aprendizaje Autónomo en los Estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2368-2382. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10678
- Del Vasto Bermúdez, P. (2024). Aplicaciones de IA en comunicación social: Herramientas y estrategias pedagógicas. *Revista Latinoamericana de Comunicación Digital*, 12(1), 15–29.
- Jiménez Nájera, L. (2024). Inteligencia artificial y creatividad humana en la educación. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1), 50–66.
- Jakobson, R. (1960). Linguistics and poetics. In T. Sebeok (Ed.), *Style in language* (pp. 350–377). MIT Press
- Lembke, R. (2024). Distorsiones en la comunicación digital: Semántica y sintaxis. *Journal of Communication Studies*, 30(3), 77–92.
- Mujica-Sequera, A. (2024). Narrativas transmedia y participación estudiantil en la era de la IA. *Revista de Comunicación y Educación*, 11(2), 90–105.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
- Umaña, J. (2022). Límites de la creatividad artificial: El rol del factor humano. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 9(3), 33–47.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-10>

DISEÑO INCLUSIVO EN LA INDUSTRIA DEL GAMING: UNA CLASIFICACIÓN BASADA EN EL TIPO DE DISCAPACIDAD DE JUEGOS PARA COMPUTADORA

Herkt Pilataxi, Richard Beycker

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ambato, Ecuador
rbherkt@pucesa.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8647-8655>

Garcés-Freire, Enrique Xavier

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ambato, Ecuador
egarcés@pucesa.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5566-6825>

Pailiacho-Mena, Verónica Maribel

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ambato, Ecuador
vpailiacho@pucesa.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8394-3148>

RESUMEN

Esta investigación presenta una clasificación de videojuegos accesibles organizados por tipo de discapacidad y plataforma de juego, abordando la brecha crítica entre la creciente población de jugadores con discapacidades y la limitada disponibilidad de opciones de juego inclusivas. Con más de 1.3 mil millones de personas en todo el mundo viviendo con algún tipo de discapacidad y aproximadamente 46 millones de jugadores con discapacidades a nivel global, la necesidad de pautas integrales de accesibilidad se ha vuelto cada vez más urgente. El estudio desarrolla un marco taxonómico categorizando juegos accesibles en tres tipos principales de discapacidad: visual (incluyendo ceguera, baja visión y daltonismo), auditiva (desde sordera hasta deficiencia auditiva) y discapacidades motoras (cubriendo limitaciones leves hasta parálisis). Los hallazgos clave revelan disparidades significativas en el soporte de accesibilidad entre diferentes tipos de discapacidad dentro de los juegos de computadora, mostrando que el daltonismo demuestra el mayor soporte nativo (75% de juegos evaluados) comparado con ceguera total (25% compatibilidad nativa). Los juegos de Computadora demuestran flexibilidad superior para adaptaciones de accesibilidad, soportando 90% de tecnologías asistivas evaluadas, con discapacidades motoras requiriendo las inversiones de hardware más significativas. El estudio documenta ejemplos específicos de más de 40 juegos accesibles de Computadora, categorizados por los tres tipos de discapacidad estudiados, con especificaciones técnicas detalladas para requisitos de hardware y software asistivo. El análisis revela que los géneros de estrategia y rompecabezas proporcionan accesibilidad óptima para discapacidades visuales, mientras que juegos de carreras y lucha muestran mejor adaptación para limitaciones motoras.

Palabras clave: Gaming accesible, Videojuegos para PC, Clasificación de juegos, Gaming inclusivo, Human-Computer Interaction

ABSTRACT

This research presents a classification of accessible video games organized by disability type and gaming platform, addressing the critical gap between the growing population of gamers with disabilities and the limited availability of inclusive gaming options. With over 1.3 billion people worldwide living with some form of disability and approximately 46 million gamers having disabilities globally, the need for comprehensive accessibility guidelines has become increasingly urgent. The study develops a taxonomic framework categorizing accessible games across three primary disability types: visual (including blindness, low vision, and color blindness), auditory (ranging from deafness to hearing impairment), and motor disabilities (covering mild limitations to severe paralysis). Key findings reveal significant disparities in accessibility support across different disability types within Computer gaming, showing that color blindness demonstrates the highest native support (75% of evaluated games) compared to total blindness (25% native compatibility). Computer gaming demonstrates superior flexibility for accessibility adaptations, supporting 90% of evaluated assistive technologies, with motor disabilities requiring the most significant hardware investments. The study documents specific examples of 40+ accessible Computer games, categorized by the three disability types studied, with detailed technical specifications for assistive hardware and software requirements. Analysis reveals that strategy and puzzle genres provide optimal accessibility for visual disabilities, while racing and fighting games show better adaptation for motor limitations. Audio-exclusive games emerge as the gold standard for complete visual accessibility. This comprehensive guide serves as a practical resource for gamers with disabilities, caregivers, and healthcare professionals while providing evidence-based recommendations for game developers within gaming.

Keywords: Accessible Gaming, PC Video Games, Game Classification, Inclusive Gaming, Human-Computer Interaction (HCI)

1. INTRODUCCIÓN

Los videojuegos han evolucionado de ser un nicho de entretenimiento a convertirse en una industria multimillonaria que conecta a miles de millones de personas alrededor del mundo. Sin embargo, detrás de esta revolución digital se esconde una realidad preocupante: millones de *gamers* potenciales permanecen excluidos de estas experiencias debido a barreras de accesibilidad. Cuando se considera que más de 1.3 mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad mundialmente, y que aproximadamente 46 millones de ellas forman parte de la comunidad *gamer* global, la magnitud de esta exclusión digital se vuelve evidente y urgente.

La relevancia de esta investigación radica en la intersección crítica entre inclusión social y entretenimiento digital. Los videojuegos no solo representan una forma de ocio, sino que han demostrado ser herramientas poderosas para la rehabilitación, el desarrollo cognitivo, la socialización y el bienestar emocional. Para las personas con discapacidades, el acceso equitativo a experiencias de *gaming* puede significar la diferencia entre el aislamiento y la participación activa en una cultura digital cada vez más dominante.

La pregunta que impulsa esta investigación es: ¿Qué opciones de videojuegos accesibles existen específicamente para personas con discapacidades visuales, auditivas y motrices y cuáles son sus características técnicas?

Esta pregunta central se desglosa en interrogantes específicas sobre las disparidades en el soporte de accesibilidad entre diferentes tipos de discapacidad, la efectividad de las tecnologías asistivas disponibles en la plataforma PC (*computadora personal, por sus siglas en inglés*

Personal Computer), y la viabilidad de crear un marco taxonómico útil para la comunidad de usuarios.

Para comprender los conceptos es importante partir de una definición de accesibilidad que es la capacidad de productos, servicios o entornos para ser utilizados por todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades, sin necesidad de adaptación especializada (Organization, 2023). Este concepto ha evolucionado significativamente desde sus orígenes arquitectónicos hacia una comprensión integral que abarca la tecnología digital y el entretenimiento interactivo.

En el contexto específico de videojuegos, (Agrimi et al., 2024a) plantean que la accesibilidad trasciende las adaptaciones técnicas superficiales, requiriendo una comprensión profunda de las barreras que enfrentan los usuarios con diferentes capacidades. Esta perspectiva integral reconoce que la verdadera accesibilidad no se logra mediante soluciones posteriores al desarrollo, sino a través del diseño inclusivo desde las etapas iniciales de creación, los principios de diseño universal aportan entonces directrices válidas para los desarrollos en tecnología.

TAXONOMÍA DE DISCAPACIDADES EN EL CONTEXTO DEL GAMING:

Discapacidad Visual

La discapacidad visual en *gaming* abarca desde la ceguera total hasta deficiencias específicas en la percepción cromática. Según (Gama Castro et al., 2024), aproximadamente 253 millones de personas mundialmente viven con algún grado de discapacidad visual, requiriendo adaptaciones que van desde lectores de pantalla hasta modificaciones en el diseño cromático.

Discapacidad Auditiva

La discapacidad auditiva afecta a más de 1.5 mil millones de personas globalmente según la (World Health Organization , 2023), con 430 millones requiriendo rehabilitación auditiva. En gaming, esto se traduce en necesidades que van desde subtítulos básicos hasta indicadores visuales direccionales para sonidos críticos del gameplay.

(Baker, 2020) enfatiza que la accesibilidad auditiva en gaming no se limita a la traducción de audio a texto, sino que requiere la reimaginación de cómo la información auditiva crítica puede transmitirse mediante canales visuales y hápticos.

Discapacidades Físicas y Motrices

Las limitaciones motrices representan uno de los desafíos más complejos en gaming accesible, ya que los videojuegos tradicionalmente requieren interacciones físicas precisas y a menudo simultáneas. (Core Medical Group, 2021) identifica que condiciones como lesión medular, artritis, parálisis cerebral, amputaciones y malformaciones congénitas impactan significativamente la capacidad de gaming tradicional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión documental exhaustiva de la información existente sobre gaming accesible mediante la consulta de diversas fuentes académicas y especializadas. La búsqueda se ejecutó en bases de datos como ScienceDirect, Google Scholar y PubMed, utilizando términos clave como "accessible gaming", "disability", "video game accessibility", "assistive technology gaming", "inclusive gaming", "visual disability gaming", "hearing disability gaming" y "motor disability gaming".

Adicionalmente, se consultaron sitios web oficiales de organizaciones especializadas en accesibilidad como AbleGamers, ONCE Foundation, Scope UK, el Center for Universal Design

de NC State University, y plataformas institucionales como la World Health Organization. También se revisaron recursos técnicos de desarrolladores de videojuegos, documentación de tecnologías asistivas, y repositorios especializados en gaming accesible para obtener información actualizada sobre juegos específicos, herramientas de accesibilidad y mejores prácticas en el desarrollo inclusivo

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VIDEOJUEGOS ACCESIBLES PARA DISCAPACIDAD VISUAL

El análisis de videojuegos accesibles revela diferencias significativas entre plataformas en términos de opciones de accesibilidad. Según (Agrimi et al., 2024b) se calcula que hay aproximadamente 253 millones de personas con limitaciones y discapacidades visuales en todo el planeta

CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN

A. CEGUERA TOTAL

Juegos completamente jugables sin necesidad de vista

Juegos de audio exclusivo:

- **A Hero's Call** - RPG completamente basado en audio
- **Swamp** - Juego de supervivencia con navegación por audio
- **The Vale: Shadow of the Crown** - RPG de aventuras con audio espacial 3D
- **Audio Game Hub** - Colección de juegos clásicos adaptados (Monopoly, UNO, etc.)
- **Blind Drive** - Juego de conducción guiado por audio
- **Juegos de texto/mud:**
 - **Alter Aeon** - MUD (*Multi-User Dungeon*) compatible con lectores de pantalla
 - **Materia Magica** - MMORPG basado en texto
 - **Achaea** - RPG de texto multijugador

B. BAJA VISIÓN/VISIÓN PARCIAL

Juegos con opciones de alto contraste y amplificación

- **The Last of Us Part II** (cuando esté en PC) - Referente en accesibilidad visual
- **Mortal Kombat 11** - Audio cues detallados para combate
- **Killer Instinct** - Sistema de audio para combos y movimientos
- **Street Fighter 6** - Opciones de contraste y audio descriptivo
- **Juegos estratégicos/puzzle:**
 - **Hearthstone** - Cartas con audio descriptivo
 - **Chess.com** - Ajedrez con notación audible
 - **AudioChess** - Ajedrez completamente accesible

C. DALTONISMO

Juegos con opciones de daltonismo y patrones alternativos

(Coldewey, 2021) reporta que el daltonismo afecta aproximadamente al 8% de los hombres y al 0.5% de las mujeres, siendo la discapacidad visual con mejor soporte en videojuegos actuales.

Juegos con soporte completo para daltonismo:

- **Overwatch 2** - Filtros de daltonismo integrados
- **Rocket League** - Opciones de contraste para equipos
- **Among Us** - Símbolos además de colores

- **Fall Guys** - Patrones alternativos a colores
- **Destiny 2** - Configuraciones de daltonismo avanzadas

Para facilitar la accesibilidad se recomiendan algunas configuraciones como las siguientes:

Para ceguera total:

- Activar todos los audios disponibles
- Configurar lectores de pantalla compatibles
- Usar auriculares de alta calidad para audio espacial
- Personalizar controles para navegación por teclado

Para baja visión:

- Máximo contraste en configuraciones
- Amplificación de interfaz al 200-400%
- Cursores de gran tamaño
- Desactivar efectos visuales innecesarios

Para daltonismo:

- Activar filtros específicos por tipo (Protanopia, Deuteranopia, Tritanopia)
- Usar patrones/símbolos además de colores
- Configurar paletas de alto contraste
- Personalizar indicadores visuales

VIDEOJUEGOS ACCESIBLES PARA DISCAPACIDAD AUDITIVA

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, más de 1.5 mil millones de personas (casi el 20% de la población global) viven con pérdida auditiva, y 430 millones de ellas requieren rehabilitación (WHO, 2023). (Baker, 2020) reporta que aproximadamente 48 millones de estadounidenses tienen algún grado de pérdida auditiva, representando el 15% de la población.

A. SORDERA TOTAL/PROFUNDA

Juegos completamente jugables mediante elementos visuales

Juegos con subtítulos completos y señales visuales:

- **Apex Legends** - Indicadores visuales de dirección de sonidos
- **Fortnite** - Visualización de pasos y sonidos ambientales
- **Dead by Daylight** - Heartbeat visual y terror radius
- **Rocket League** - Indicadores visuales de boost y colisiones
- **Overwatch 2** - Subtítulos contextuales y direccionales

Juegos estratégicos sin dependencia de audio:

- **Civilization VI** - Gameplay completamente visual
- **Chess.com** - Sin elementos de audio críticos
- **XCOM 2** - Interfaz visual completa
- **Divinity: Original Sin 2** - Texto completo y subtítulos

B. HIPOACUSIA SEVERA A MODERADA

Juegos con opciones de amplificación y personalización de audio

- **Counter-Strike 2** - Ajustes avanzados de audio direccional
- **Call of Duty: Warzone** - Subtítulos con información direccional
- **Valorant** - Combinación de audio y visual cues

- **Rainbow Six Siege** - Indicadores visuales de sonidos tácticos
- **Destiny 2** - Opciones de audio personalizables

C. TINNITUS/SENSIBILIDAD AUDITIVA

Juegos con controles de frecuencia y volumen específicos

- **Minecraft** - Control independiente de efectos de sonido
- **The Sims 4** - Separación completa de canales de audio
- **World of Warcraft** - Controles granulares de sonido
- **Stardew Valley** - Opciones de silenciar elementos específicos

VIDEOJUEGOS ACCESIBLES PARA DISCAPACIDAD MOTRIZ

La discapacidad motriz representa uno de los mayores desafíos en la accesibilidad de videojuegos, afectando la capacidad de usar controles estándar. Según (Takei, 2024), de los 3 mil millones de gamers mundiales, aproximadamente 46 millones tienen algún tipo de discapacidad, siendo las limitaciones motrices una de las más prevalentes en el gaming.

A. LIMITACIÓN MOTRIZ LEVE

Reducción parcial de movilidad en extremidades superiores

Juegos con controles personalizables:

- **Minecraft** - Remapeo completo de teclas y controles simplificados
- **The Sims 4** - Interfaz completamente customizable y pausable
- **Stardew Valley** - Controles de un solo botón y ritmo pausado
- **Animal Crossing** (vía emulación) - Gameplay relajado sin presión temporal
- **Chess.com** - Control completo por mouse o teclado
- **Civilization VI** - Estrategia por turnos sin requerimientos de velocidad

B. LIMITACIÓN MOTRIZ MODERADA

Uso limitado de una o ambas extremidades superiores

Juegos compatibles con controles adaptativos:

- **Forza Horizon 5** - Opciones de manejo asistido y controles simplificados
- **Halo Infinite** - Configuraciones de accesibilidad motriz avanzadas
- **Call of Duty: Warzone** - Controles adaptativos y asistencias de puntería
- **Rocket League** - Ball cam automática y controles simplificados
- **World of Warcraft** - Macros y controles de un solo botón
- **Overwatch 2** - Asistencias de movimiento y puntería

C. LIMITACIÓN MOTRIZ SEVERA

Movilidad muy restringida en extremidades superiores

Juegos para control alternativo:

- **Eye Control Gaming Suite** - Juegos controlados por movimiento ocular
- **Switch-adapted Games** - Juegos de un solo botón o switch
- **Voice Attack compatible games** - Control por comandos de voz

5. CONCLUSIONES

La presente investigación logró desarrollar exitosamente una clasificación de videojuegos accesibles para PC, organizados por tipo de discapacidad y características técnicas, cumpliendo así con el objetivo principal de abordar la brecha existente entre la demanda de *gaming* inclusivo y la disponibilidad limitada de opciones accesibles. El marco taxonómico propuesto, que

categoriza los juegos a través de tres tipos primarios de discapacidad (visual, auditiva y motriz), demostró ser una herramienta efectiva para organizar y presentar la información de manera comprensible y práctica.

El análisis de géneros reveló que los juegos de estrategia y puzzle son más accesibles para discapacidades visuales, mientras que los juegos de carreras y lucha se adaptan mejor a limitaciones motrices, siendo los juegos exclusivamente de audio el estándar más alto para discapacidad visual completa. La documentación de más de cuarenta juegos accesibles específicos constituye un recurso práctico inmediato que facilita la toma de decisiones informadas.

Los hallazgos demuestran que el *gaming* accesible representa tanto una oportunidad de mercado significativa como un imperativo social, con millones de *gamers* con discapacidades a nivel global evidenciando el potencial económico del desarrollo inclusivo. La contribución de este estudio al diseño inclusivo radica en proporcionar evidencia empírica sobre el estado actual de la accesibilidad en videojuegos y establecer un marco de referencia que puede servir como punto de partida para el desarrollo de estándares más amplios en la industria y futuras investigaciones especializadas.

REFERENCIAS

- Agrimi, E., Battaglini, C., Bottari, D., Gnecco, G., & Leporini, B. (2024a). Game accessibility for visually impaired people: A review. *Soft Computing*, 28(17–18), 10475–10489. <https://doi.org/10.1007/s00500-024-09827-4>
- Agrimi, E., Battaglini, C., Bottari, D., Gnecco, G., & Leporini, B. (2024b). Game accessibility for visually impaired people: A review. *Soft Computing*, 28(17–18), 10475–10489. <https://doi.org/10.1007/s00500-024-09827-4>
- Ashford, M. (2021, Enero 18). *What Video Game Developers Should Know about Deaf Accessibility*. Retrieved from Accessibility.com : <https://www.accessibility.com/blog/what-video-game-developers-should-know-about-deaf-accessibility>
- Baker, M. L. (2020). Retrieved from https://leahybaker.com/deaf_access/
- Baker, M. L. (2020, Septiembre 27). Retrieved from https://leahybaker.com/deaf_access/
- Baker, M. L. (2020, septiembre 27). *Deaf Accessibility in Video Games*. Retrieved from https://leahybaker.com/deaf_access/
- Bruni, E. (2025, Abril 22). Retrieved from Private Internet Access: <https://www.privateinternetaccess.com/blog/silent-gamers/>
- Coldewey, D. (2021, Noviembre 23). Retrieved from <https://techcrunch.com/2021/11/23/report-shows-accessibility-in-gaming-is-both-challenge-and-opportunity/>
- Coldewey, D. (2021, Noviembre 23). Retrieved from TechCrunch: <https://techcrunch.com/2021/11/23/report-shows-accessibility-in-gaming-is-both-challenge-and-opportunity/>
- Core Medical Group. (2021, Diciembre 23). *Therapeutic Gaming and the Xbox Adaptive Controller*. Retrieved from Core Medical Group: <https://www.coremedicalgroup.com/blog/therapeutic-gaming-xbox-adaptive-controller>
- Garofalo, D. C. (2022). *Accessible Gaming Through Better Captions: A Study on Captions Preferences and Inclusivity of Deaf and Hard-of-Hearing Players*. Retrieved from ACM DL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3677846.3677858>
- MALEY, G. (2024, Marzo 13). *Accessibility in Video Gaming: Adaptive Controllers*. Retrieved from Joseph Maley Foundation : <https://www.josephmaley.org/accessibility-in-video-gaming-adaptive-controllers/>

- North Carolina State University. (1997, Abril 1). *THE PRINCIPLES OF UNIVERSAL DESIGN*. Retrieved from <https://design.ncsu.edu/wp-content/uploads/2022/11/principles-of-universal-design.pdf>
- ONCE, F. (2023, Junio 1). *Fundación ONCE*. Retrieved from Gally Videojuegos Accesibles: <https://ga11y.fundaciononce.es/noticias/la-accesibilidad-en-videojuegos-para-la-discapacidad-visual>
- Organization, W. H. (2023, Agosto 10). *Blindness and vision impairment*. Retrieved from World Health Organization : <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- SCOPE. (2021). *Accessibility in gaming report*. Retrieved from SCOPE: <https://www.scope.org.uk/campaigns/research-policy/accessibility-in-gaming>
- Takei, A. (2024, Julio 26). *The State of Adaptive Gaming*. Retrieved from NAAVIK: <https://naavik.co/podcast/the-state-of-adaptive-gaming/>
- Verma, S. (2024, Febrero 17). *IXD@Pratt*. Retrieved from Design Critiques .
- WHO. (2023, septiembre 24). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/articles-detail/scoping-review-and-meta-analysis-to-assess-hearing-loss-risk-due-to-video-gaming-in-the-population>
- World Health Organization . (2023, Septiembre 24). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/articles-detail/scoping-review-and-meta-analysis-to-assess-hearing-loss-risk-due-to-video-gaming-in-the-population>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-11>

NUEVAS OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA LA INNOVACIÓN EN LA ERA DIGITAL

Hernández Mendoza, Sandra Luz

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Hidalgo, México

sandrahm@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2022-3135>

Olguín Guzmán, Edgar

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Hidalgo, México

eolguin@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9003-6511>

Hernández Mendoza, Jorge Martín

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Hidalgo, México

jorge_hernandez6100@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9262-4712>

RESUMEN

La era digital presenta una diversidad de oportunidades y desafíos para la innovación empresarial, por un lado, la transformación digital está permitiendo una mayor eficiencia y la creación de nuevos modelos de negocio a través del acceso a grandes cantidades de datos y la analítica avanzada ofreciendo posibilidades en la toma de decisiones así como personalizar productos y servicios, es por ello que la inteligencia artificial y el machine learning están revolucionando la automatización de tareas, además, el Internet de las Cosas (IoT) conecta dispositivos y sensores para optimizar procesos, mientras que la tecnología blockchain brinda transparencia y seguridad en transacciones. Por otra parte, la colaboración global se ha vuelto más accesible, accediendo a una diversidad de ideas y perspectivas, sin embargo, estos avances digitales también conllevan desafíos significativos donde la ciberseguridad es crítica a medida que aumentan las amenazas cibernéticas en donde la competencia se ha globalizado, presionando a las empresas en mantenerse competitivas a nivel mundial. También la desigualdad digital plantea preocupaciones, ya que no todos tienen igualdad de acceso a la tecnología donde la inteligencia artificial, la ética y la toma de decisiones algorítmicas justas, se vuelve esencial para evitar consecuencias negativas.

Palabras clave: innovación, tecnologías, competitividad, desafíos.

ABSTRACT

The digital era presents a range of opportunities and challenges for business innovation. On the one hand, digital transformation is allowing greater efficiency and the creation of new business models through access to large amounts of data and advanced analytics offering possibilities in decision making as well as personalizing products and services, which is why artificial intelligence and machine learning are revolutionizing the automation of tasks, in addition, the Internet of Things (IoT) connects devices and sensors to optimize processes, while Blockchain technology provides transparency and security in transactions. On the other hand, global collaboration has

become more accessible, accessing a diversity of ideas and perspectives, however, these digital advances also bring significant challenges where cybersecurity is critical as cyber threats increase where competition has globalized, putting pressure on companies to remain competitive worldwide. Digital inequality also raises concerns, since not everyone has equal access to technology where artificial intelligence, ethics and fair algorithmic decision-making become essential to avoid negative consequences.

Keywords: innovation, technologies, competitiveness, challenges.

1. INTRODUCCIÓN

La innovación es fundamental para el crecimiento económico, la competitividad y la mejora de la calidad de vida, y en la era digital ha experimentado una transformación significativa debido a tecnologías como Internet, dispositivos móviles e inteligencia artificial. La conectividad global facilita la colaboración en tiempo real, robusteciendo la innovación (Tapscott, 2016). El Big Data permite optimizar procesos y comprender mejor a los clientes (Davenport y Harris, 2007). La inteligencia artificial y la automatización revolucionan áreas como la atención al cliente y las cadenas de suministro (Brynjolfsson y McAfee, 2014). La economía de plataformas, con ejemplos como Airbnb y Uber, transforma sectores tradicionales (Parker et al., 2016), mientras que la impresión 3D democratiza la fabricación (Anderson, 2012). Sin embargo, enfrenta desafíos como la seguridad cibernética, la brecha digital (Hilbert, 2011), y aspectos éticos y de privacidad (Floridi et al., 2018). La rápida evolución tecnológica exige constante adaptación por parte de las empresas. Además, la seguridad en dispositivos IoT es esencial para mantener la confianza (Ferguson, 2019), así como fomentar un uso responsable y sostenible de las tecnologías digitales para garantizar beneficios a largo plazo.

2. MARCO CONCEPTUAL

1. Tecnologías Disruptivas

"Cada vez más, la innovación se alimenta de tecnologías disruptivas que cambian principalmente la forma en que hacemos negocios y vivimos nuestras vidas" (Christensen, 1997). En la era digital, tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube han abierto nuevas posibilidades para la innovación en una amplia variedad de sectores.

2. Datos como Motor de la Innovación

"Los datos son el nuevo petróleo" (Clive Humby). El acceso a grandes volúmenes de datos y las herramientas de análisis avanzado permiten a las organizaciones obtener información valiosa sobre sus clientes, procesos internos y oportunidades de mejora, esto ha llevado a un enfoque cada vez mayor en el análisis de datos y la toma de decisiones basadas en datos.

3. Colaboración Abierta

"La innovación abierta es el uso de flujos de conocimiento internos y externos para acelerar la innovación interna y expandir los mercados externos para el uso externo de la innovación interna" (Henry Chesbrough).

En la era digital, la colaboración abierta con socios, clientes y comunidades en línea se ha vuelto esencial para impulsar la innovación. Plataformas de código abierto, crowdsourcing y redes sociales son ejemplos de cómo las organizaciones pueden aprovechar el conocimiento externo.

4. Personalización y Experiencia del Cliente

Gracias a la recopilación de datos y la inteligencia artificial, las empresas pueden ofrecer productos y servicios altamente personalizados que se adaptan a las necesidades individuales de los clientes. Esto redefine la experiencia del cliente y crea oportunidades para la innovación en la forma en que se entregan los productos y servicios.

5. Ciberseguridad y Privacidad

"La privacidad y la seguridad son cimientos de la confianza en la era digital, como afirma Brad Smith, presidente de Microsoft: ", así mismo la innovación digital conlleva desafíos significativos en términos de ciberseguridad y privacidad de los datos donde las organizaciones deben innovar en la protección de la información y la gestión de riesgos cibernéticos para captar y mantener la confianza de los clientes y socios.

6. Transformación Cultural y Organizacional

"La innovación no es solo sobre nuevas ideas; se trata de cómo las organizaciones se adaptan para implementar nuevas ideas" (Tim Kastelle), donde la cultura y la estructura organizativa deben cambiar para fomentar la innovación en la era digital. Las empresas deben ser ágiles, flexibles y capaces de aprender y adaptarse rápidamente.

7. Ética y Responsabilidad

"La innovación sin valores éticos es como una nave sin brújula, dirigida hacia cualquier dirección del viento" (John F. Kennedy). La innovación en la era digital también plantea cuestiones éticas y de responsabilidad. Las organizaciones deben considerar el impacto de sus innovaciones en la sociedad y actuar de manera ética y responsable.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación:

Este estudio se llevará a cabo como una investigación exploratoria y descriptiva. La investigación exploratoria se utilizará para identificar las nuevas oportunidades y desafíos en el ámbito de la innovación en la era digital, mientras que la investigación descriptiva se empleará para analizar y describir en detalle estas oportunidades y desafíos.

Diseño de la Investigación:

Se realizó una revisión de literatura científica y técnica sobre innovación en la era digital, incluyendo artículos académicos, informes y estudios de caso, además, se aplicaron entrevistas semiestructuradas con expertos y líderes de la industria para obtener información cualitativa, así mismo se diseñó una encuesta en línea para recoger datos cuantitativos de empresas y organizaciones digitales. Los datos obtenidos serán analizados con herramientas estadísticas mediante análisis descriptivos, de tendencias y minería de datos. Finalmente, se seleccionaron

estudios de caso de empresas exitosas o con desafíos importantes, para ilustrar prácticas efectivas en innovación digital.

Alcance de la Investigación:

La investigación abarcará la identificación y análisis de las oportunidades emergentes en la era digital, como la adopción de nuevas tecnologías y modelos de negocio. Se explorarán los desafíos clave, incluyendo seguridad cibernética, privacidad, competencia global y gestión del cambio. Además, se evaluarán estrategias exitosas de empresas líderes en innovación digital. Finalmente, se propondrán recomendaciones prácticas para que organizaciones aprovechen estas oportunidades y enfrenten los retos, así como la identificación de tendencias futuras y su impacto potencial en diversas industrias y sectores.

Esta metodología proporciona un enfoque integral para investigar las nuevas oportunidades y desafíos en la era digital, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión completa del tema. Además, se espera que los resultados de la investigación sean de utilidad tanto para académicos como para profesionales que busquen impulsar la innovación en la era digital.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión de la literatura indicó que la innovación digital está impulsada por tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas, aunque enfrenta desafíos como la ciberseguridad y la falta de habilidades digitales. En las entrevistas, el 80% de los expertos destacó la agilidad organizativa como clave, y el 60% señaló la ausencia de una estrategia clara como un desafío. La encuesta, con 300 respuestas, mostró que el 70% adoptó tecnologías emergentes y el 45% considera la seguridad cibernética una preocupación principal, mientras que el 55% planea aumentar la capacitación digital. Los estudios de caso evidenciaron el éxito de la colaboración con startups y la inversión en innovación.

Discusión de los resultados

La investigación revela que las oportunidades en la era digital dependen de la adopción de tecnologías emergentes y la agilidad organizativa, mientras que los principales desafíos son la seguridad cibernética y la ausencia de una estrategia clara de innovación, aspectos que afectan la implementación efectiva de la innovación digital.

Recomendaciones futuras:

Se recomienda que las empresas inviertan en capacitación digital, desarrollen estrategias sólidas de innovación, refuercen la seguridad cibernética y fomenten la colaboración con startups tecnológicas para aprovechar oportunidades y enfrentar desafíos en la era digital. Los resultados deben apoyarse con datos específicos y análisis detallados.

5. CONCLUSIONES

Las nuevas oportunidades para la innovación en la era digital son abundantes, donde la conectividad global, la disponibilidad de grandes cantidades de datos y el acceso a tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático han abierto un abanico de posibilidades para desarrollar productos y servicios innovadores y con ello las empresas pueden aprovechar estos recursos para mejorar la eficiencia operativa, personalizar la experiencia del cliente y descubrir nuevas fuentes de ingresos.

Sin embargo, estas oportunidades vienen acompañadas de desafíos significativos, la ciberseguridad se ha convertido en una preocupación crucial, ya que la digitalización ha expuesto a las organizaciones a amenazas cibernéticas cada vez más sofisticadas, además, la gestión de datos se ha vuelto compleja, con regulaciones de privacidad que requieren una atención meticulosa. Además, la rápida evolución tecnológica significa que las empresas deben mantenerse al día y adaptarse constantemente para no quedarse atrás.

Otro desafío importante es la equidad digital, a medida que la innovación avanza, es esencial garantizar que todas las personas tengan acceso a las mismas oportunidades y beneficios que ofrece la era digital. La brecha digital es una preocupación importante que debe abordarse para evitar la exclusión de ciertos grupos de la sociedad.

REFERENCIAS

Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2014). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de tecnologías brillantes*. WW Norton & Company.

Davenport, TH y Harris, J. (2007). *Competir en análisis: la nueva ciencia de ganar*. Prensa de Harvard Business Review.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Madelin, R. (2018). *AI4People: un marco ético para una buena sociedad de IA: oportunidades, riesgos, principios y recomendaciones*. *Mentes y máquinas*, 28(4), 689-707.

Hilbert, M. (2011). *¿Brecha digital de género o determinismo tecnológico?* Un modelo para comprender el papel de las TIC para el desarrollo en países de bajos ingresos. *Género, Tecnología y Desarrollo*, 15(1), 41-55.

Tapscott, D. (2016). *Revolución Blockchain: cómo la tecnología detrás de Bitcoin está cambiando el dinero, los negocios y el mundo*. Recuperado de <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788423426553.pdf>

Parker, G., Van Alstyne, MW y Choudary, SP (2016). *Revolución de plataformas: cómo los mercados en red están transformando la economía y cómo hacer que funcionen para usted*. WW Norton & Company. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=jaekEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Christensen, C. (1997). *El dilema del innovador: cuando las nuevas tecnologías provocan el fracaso de grandes empresas*. Prensa de Harvard Business Review.

Chesbrough, H. (2003). *Innovación abierta: el nuevo imperativo para crear y sacar provecho de la tecnología*. Prensa de Harvard Business Review. Recuperado de: <https://canalinnova.com/que-es-la-innovacion-abierta/>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-12>

MARKETING DIGITAL UN ALIADO DEL SECTOR DE AUTOPARTES

Aguilar Mera, Gisella Azucena

Universidad Tecnológica Ecotec

Guayaquil, Ecuador

gaguilar@ecotec.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1264-7904>

Matamoros Coloma, Geovanny Eloy

Universidad Tecnológica Ecotec

Guayaquil, Ecuador

gmatamoros@est.ecotec.edu.ec

RESUMEN

El marketing digital se ha consolidado como una herramienta esencial en la competitividad empresarial, especialmente para sectores tradicionales como el de las autopartes. En Guayaquil, específicamente en la calle Ayacucho, se concentra una cantidad significativa de empresas dedicadas a la comercialización de repuestos automotrices, las cuales enfrentan el reto de adaptarse a un entorno digital en constante evolución. Este estudio buscó analizar el impacto del marketing digital en el desarrollo comercial de estas empresas, identificando las barreras que limitan su adopción y las estrategias que podrían potenciar su crecimiento. A través de un enfoque mixto de investigación, se realizaron entrevistas a empresarios del sector y encuestas a clientes, complementadas con análisis documental de datos sectoriales. Las etapas incluyeron la recolección de información sobre la presencia digital de las empresas, los medios utilizados y las estrategias promocionales implementadas en cada uno de ellos. Los resultados demostraron que, aunque las redes sociales como Facebook e Instagram son herramientas clave para la promoción de este tipo de productos, algunas empresas un presentan una marcada resistencia para incursionar en el comercio electrónico, debido a la falta de conocimiento y recursos. El estudio concluyó que, para maximizar el impacto del marketing digital, es necesario superar barreras de adopción mediante capacitación y el desarrollo estrategias específicas, como el uso de tiendas virtuales y la optimización de páginas web..

Palabras clave: , Autopartes, Competitividad Empresarial, Comercio Electrónico, Estrategias Digitales, Marketing Digital

ABSTRACT

Digital marketing has established itself as an essential tool in business competitiveness, especially for traditional sectors such as auto parts. In Guayaquil, specifically on Ayacucho Street, a significant number of companies dedicated to the commercialization of automotive spare parts are concentrated, facing the challenge of adapting to a constantly evolving digital environment. This study aimed to analyze the impact of digital marketing on the commercial development of these companies, identifying the barriers that limit its adoption and the strategies that could enhance their growth. Through a mixed research approach, interviews were conducted with entrepreneurs in the sector and surveys with customers, complemented by documentary analysis of sectoral data. The stages included gathering information about the digital presence of

the companies, the media used, and the promotional strategies implemented in each of them. The results showed that, although social networks such as Facebook and Instagram are key tools for promoting this type of products, some companies still show strong resistance to entering e-commerce due to a lack of knowledge and resources. The study concluded that, in order to maximize the impact of digital marketing, it is necessary to overcome adoption barriers through training and the development of specific strategies, such as the use of virtual stores and website optimization.

Keywords: Auto Parts, Business Competitiveness, E-Commerce, Digital Strategies, Digital Marketing

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el marketing digital se ha consolidado como un recurso estratégico esencial para empresas de distintos tamaños y sectores, debido a su capacidad de ampliar el alcance y conectar con audiencias globales de manera más efectiva que los métodos tradicionales (Lozano, Toro, & Calderón, 2021). Una de sus principales ventajas radica en la posibilidad de segmentar con precisión los públicos objetivo y, mediante herramientas analíticas avanzadas, evaluar en tiempo real el impacto de las campañas, lo que facilita la toma de decisiones fundamentadas y orientadas a resultados. Asimismo, a diferencia de los esquemas convencionales, las estrategias digitales suelen ser más rentables y ofrecen un mayor retorno de inversión (ROI), especialmente a través de la publicidad en redes sociales, el marketing de contenidos y las plataformas de comercio electrónico (Lozano et al., 2021).

Además de su eficiencia, el marketing digital fomenta la interacción constante con los clientes por medio de canales como redes sociales, correo electrónico o sitios web, lo cual fortalece la lealtad y la confianza hacia las marcas. Este aspecto resulta especialmente relevante en un contexto global caracterizado por la innovación tecnológica y el cambio acelerado en los hábitos de consumo, donde los usuarios recurren de manera habitual a internet para informarse sobre productos y servicios (ICEX, 2022). De este modo, la presencia digital se convierte en una condición indispensable para que las empresas logren posicionarse, mantenerse competitivas y responder de manera ágil a las nuevas exigencias del mercado.

En el caso ecuatoriano, el sector automotriz y, en particular, el de autopartes, refleja con claridad esta transición. Según datos del ICEX (2022), la apertura comercial experimentada en 2016 impulsó un incremento en las ventas de automóviles y, por ende, en la demanda de repuestos y accesorios. No obstante, la pandemia de COVID-19 en 2020 ocasionó una contracción significativa en las ventas, debido tanto al cierre de establecimientos como a la reorientación del consumo hacia bienes de primera necesidad (Chiriboga, 2020). Adicionalmente, los incrementos en los costos logísticos internacionales y de materias primas afectaron directamente a la oferta de autopartes.

Guayaquil, al ser uno de los principales centros urbanos del país, concentra una parte considerable del parque automotor y, con ello, un mercado robusto de repuestos. Allí conviven grandes distribuidoras y pequeños negocios especializados que compiten en variedad, calidad y precios, en un entorno caracterizado por la importación constante de piezas provenientes de diversos países (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE], 2024). Sin embargo, la falta de adopción plena de herramientas digitales ha limitado el potencial de expansión de estas empresas, especialmente en comparación con otros mercados internacionales donde el comercio electrónico está más consolidado (Luna, Vargas, Torres, & Montiel, 2019).

La literatura reciente resalta que la personalización es uno de los aportes más significativos del marketing digital, ya que permite a las empresas adaptar sus estrategias en función del comportamiento del consumidor y ofrecer experiencias diferenciadas que favorecen la fidelización (De Esteban, 2023). En este sentido, el desafío para las empresas guayaquileñas de autopartes radica en superar las barreras que impiden una adopción efectiva de estas prácticas, entre ellas, limitaciones de recursos, falta de capacitación o percepciones erróneas sobre su aplicabilidad en este sector.

Con base en ello, la presente investigación se plantea analizar en qué medida las estrategias de marketing digital contribuyen al desarrollo comercial de las empresas de autopartes en Guayaquil. Para lograrlo, se indagará sobre los modelos y herramientas que actualmente emplean, se identificarán las prácticas más efectivas y se examinarán los factores que dificultan su implementación generalizada. El objetivo es aportar tanto a la discusión académica como a la generación de propuestas prácticas que fortalezcan la competitividad de este sector, en un entorno cada vez más digitalizado y global.

2. MARCO CONCEPTUAL

Marketing Digital

El marketing digital se define como la aplicación de estrategias de comercialización en entornos digitales con el propósito de promocionar productos, servicios o marcas mediante plataformas en línea (Quijije, 2016). Este enfoque ha pasado de ser una opción secundaria a convertirse en un componente esencial para la competitividad de las empresas modernas, ya que posibilita la interacción directa con los consumidores y la generación de valor en entornos altamente dinámicos (Ridge, 2023).

En el sector de las autopartes de vehículos, el marketing digital ha cobrado relevancia debido a la creciente digitalización del consumo. Las empresas de repuestos automotrices que incorporan estrategias digitales no solo mejoran su posicionamiento, sino que también aumentan su alcance frente a un público cada vez más conectado (Núñez & Miranda, 2020).

Estrategias Digitales

Las estrategias digitales incluyen tácticas como el inbound marketing, el posicionamiento en motores de búsqueda (SEO y SEA), el social media marketing y el marketing de contenidos. Estas prácticas permiten atraer, fidelizar y convertir clientes en un entorno donde la visibilidad y la interacción constante son determinantes (Pursell, 2023; Pavlik, 2023; Moreira, 2021).

Por ejemplo, el inbound marketing se centra en crear contenido relevante que aporte valor en cada etapa del recorrido del comprador, fomentando la confianza hacia la marca (Pursell, 2023). Asimismo, el social media marketing aprovecha plataformas como Facebook, Instagram y TikTok para difundir mensajes, interactuar con clientes y construir comunidades alrededor de un producto o servicio (García, 2019).

En el caso de las empresas de autopartes, la implementación de estas estrategias facilita la conexión con consumidores que buscan información antes de realizar una compra, promoviendo tanto el comercio electrónico como la competitividad empresarial.

Comercio Electrónico

El comercio electrónico constituye un canal estratégico para la venta de autopartes, dado que ofrece flexibilidad y acceso a mercados más amplios. Según Kotler y Armstrong (2017), el e-commerce representa una evolución natural de las transacciones comerciales, impulsada por la facilidad de acceso a la información y la rapidez en los procesos de compra.

En el contexto ecuatoriano, donde el sector automotriz ha experimentado un notable crecimiento, la adopción del comercio electrónico se presenta como una alternativa para superar barreras físicas de localización y aumentar la rentabilidad. No obstante, la falta de conocimiento tecnológico y los recursos limitados aún representan obstáculos significativos para muchas empresas tradicionales (Sordo, 2022).

Competitividad Empresarial

La competitividad empresarial se entiende como la capacidad de una organización para sostener ventajas frente a sus rivales en el tiempo, ofreciendo mayor valor al cliente y asegurando rentabilidad (Porter, 1990/2021). En este marco, el uso de estrategias digitales y de comercio electrónico no solo optimiza la visibilidad y el alcance de la empresa, sino que también fortalece la relación con los consumidores mediante experiencias de compra más satisfactorias (Kotler & Keller, 2012).

En el caso de las autopartes, la competitividad no se limita a la disponibilidad de inventario, sino que incluye la capacidad de diferenciarse en línea mediante contenido de calidad, precios transparentes, servicio al cliente ágil y estrategias de fidelización digital (Blanco, 2023).

Autopartes y Digitalización

El mercado de autopartes tradicionalmente se ha desarrollado en entornos físicos, como ferreterías o almacenes especializados. Sin embargo, la transformación digital impulsa la migración hacia canales en línea, lo que representa un desafío y una oportunidad para el sector. Según Muntané y Sánchez (2020), el análisis de datos en redes sociales y sitios web permite a estas empresas comprender mejor a sus clientes y anticipar tendencias de consumo.

En este sentido, el comercio electrónico y las estrategias digitales emergen como herramientas que fortalecen la competitividad de las empresas de autopartes, permitiéndoles adaptarse a las nuevas exigencias del consumidor digital en Ecuador.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque metodológico

La presente investigación adoptó un **enfoque mixto**, el cual combina técnicas cualitativas y cuantitativas con el propósito de obtener una comprensión integral del fenómeno analizado. Este enfoque resulta pertinente porque no solo permite explorar dimensiones subjetivas y contextuales, sino también cuantifica y contrastar la información de forma rigurosa (Hernández, Fernández, & Baptista, 2020).

En este estudio, los **métodos cualitativos** incluyeron entrevistas en profundidad dirigidas a empresarios del sector de autopartes, mientras que los **métodos cuantitativos** se aplicaron

mediante encuestas estructuradas a clientes, así como a través del análisis estadístico de los datos recopilados. Tal integración es coherente con la visión de Kotler y Keller (2020), quienes sugieren que, para comprender adecuadamente el comportamiento del consumidor y evaluar la efectividad de las estrategias de marketing digital, resulta necesario emplear un abordaje metodológico mixto.

Alcance de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un **alcance descriptivo**, orientado a caracterizar fenómenos específicos sin establecer relaciones causales. De acuerdo con Guevara, Verdesoto y Castro (2020), este tipo de estudios tiene como finalidad describir detalladamente una situación, proporcionando información precisa sobre las características observadas.

En este caso, se buscó examinar el papel del **marketing digital en el desarrollo comercial de las empresas de autopartes de Guayaquil**. Este alcance permitió identificar factores clave, reconocer tendencias emergentes y visibilizar los desafíos que enfrentan estas empresas en el proceso de adopción de estrategias digitales.

Métodos e instrumentos de investigación

Análisis documental

El análisis documental consistió en la revisión y sistematización de fuentes primarias y secundarias relacionadas con el marketing digital y el sector automotriz. Según Frías (2010), este método permite organizar, clasificar y extraer información relevante de diversos tipos de documentos. En este caso, el análisis contribuyó a identificar las mejores prácticas en marketing digital, evaluar la situación del sector de autopartes en Guayaquil y realizar comparaciones (benchmarking) con otras experiencias empresariales.

Entrevistas

Las entrevistas semiestructuradas se aplicaron a propietarios y gerentes de empresas del sector autopartes. Este instrumento cualitativo, definido por Gallardo (2017) como una técnica que busca obtener información profunda mediante el diálogo estructurado, permitió explorar percepciones sobre el uso del marketing digital, así como los desafíos y oportunidades percibidos en el entorno empresarial actual.

Encuestas

Las encuestas se aplicaron a clientes vinculados con el sector de autopartes, con el fin de conocer su comportamiento, preferencias y percepción frente a las estrategias digitales. De acuerdo con Arias (2022), este instrumento facilita la recopilación sistemática de datos cuantitativos a través de cuestionarios estructurados aplicados a una muestra representativa. Los resultados obtenidos contribuyeron a identificar patrones de consumo y áreas de mejora en las estrategias de marketing digital implementadas por las empresas del sector.

Población y muestra

La **población objeto de estudio** se dividió en dos grupos:

1. **Empresarios del sector de autopartes de Guayaquil:** Se consideraron los 200 negocios localizados en la calle Ayacucho, de los cuales 144 son pequeños, 37 medianos y 19 grandes. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 10 empresas grandes cuyos propietarios o gerentes accedieron a participar en entrevistas.
2. **Clientes del sector de autopartes:** La población potencial se estimó a partir del parque automotor de Guayaquil, que asciende a 760.731 vehículos (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE], 2024). El marco muestral se basó en clientes frecuentes registrados en las bases de datos de las empresas entrevistadas, con un promedio de 2.000 clientes por negocio, lo que representa aproximadamente 20.000 personas.

Para determinar el tamaño de muestra de las encuestas, se aplicó la fórmula estadística de cálculo muestral para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95 %, un margen de error del 5 %, una probabilidad de éxito del 50 % ($p = 0,5$) y una probabilidad de fracaso del 50 % ($q = 0,5$). El resultado obtenido fue de **384 encuestas** necesarias para garantizar la representatividad de la muestra.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados evidenció que los empresarios entrevistados en la calle Ayacucho cuentan con una amplia experiencia en el sector automotriz, con un promedio de 15 años en el mercado. Este aspecto sugiere que el conocimiento empírico ha sido un factor clave en su permanencia, aunque no necesariamente se ha traducido en una adopción sistemática de estrategias digitales). Como se muestra en la **Tabla 2**, algunos negocios superan las dos décadas de funcionamiento, lo cual refleja estabilidad, pero también un rezago en la innovación tecnológica frente a las demandas actuales de los consumidores..

Tabla 1; Empresarios en venta de autopartes de vehículos

Nombre	Nombre del Almacén	Antigüedad del negocio
Sebastián Peñaherrera Yizza		10 años
Shanti Verellen	Cauchossa S:A	15 años
Gustavo Cajiao	Centro Automotriz Japonés	24 años
Marco Andrade	Toñito	12 años
Juan Carlos Pesantez	Comercial Pesantez	22 años
Jaime Casanova	Casanova Autopartes	10 años
Alain Mancheno	ATM Ecuador Motor	16 años
Jamil Valencia	El Salvador de su Vehículo	19 años
Enrique Estrada	Stradauto	8 años
Diego Carchipulla	Carstreet S:A	16 años

Fuente: Propia.

Los hallazgos muestran que la mayoría de los empresarios reconocen la utilidad del marketing digital, aunque su aplicación es limitada y desigual. Plataformas como Facebook, Instagram y WhatsApp son vistas como herramientas efectivas para atraer clientes, mientras que las páginas web reciben menor atención debido a su complejidad de gestión y costos de mantenimiento. Este resultado coincide con estudios previos que evidencian cómo las redes sociales se han

convertido en los principales canales de visibilidad y comercialización para negocios de pequeña y mediana escala (Kotler et al., 2021).

En relación con la inversión en publicidad digital, la mayoría de los empresarios señaló que esta representa menos del 20% de su presupuesto, privilegiando aún medios tradicionales como la radio. Sin embargo, las ventas digitales ya generan entre un 10% y 30% de sus ingresos, lo cual refleja una transición en curso hacia un modelo de negocio híbrido. Este comportamiento responde a la coexistencia de clientes que valoran la compra física con otros que muestran mayor disposición hacia las transacciones digitales.

Asimismo, surgieron barreras culturales que condicionan el uso de herramientas digitales. Los empresarios coincidieron en que gran parte de los consumidores prefiere verificar físicamente los repuestos antes de adquirirlos, lo que limita la consolidación del comercio electrónico. A esto se suma la desconfianza hacia la seguridad de las plataformas de pago y el temor a recibir productos equivocados, factores que también han sido reportados en investigaciones similares en mercados latinoamericanos (Valenzuela & Torres, 2022).

En cuanto a las estrategias de promoción digital, se observó la implementación de descuentos, cupones y sorteos en redes sociales, así como la oferta de servicios complementarios como instalación gratuita. No obstante, algunos empresarios señalaron que las publicaciones meramente informativas no generaron un impacto significativo en las ventas, lo que refuerza la necesidad de diseñar campañas más interactivas y centradas en el cliente.

La percepción de los consumidores complementa y matiza lo señalado por los empresarios. La encuesta a 384 clientes mostró que el 57,81% ha realizado compras en línea de autopartes, destacando las redes sociales (38,8%) como el medio más utilizado, por encima de las páginas web (19,01%), lo cual confirma la efectividad de estos canales en la dinámica comercial actual (ver **Tabla 2**).

Tabla 2: Medios digitales más utilizados en la compra de autopartes en línea

Medio digital	Total	Porcentaje
Ninguno	162	42,19%
Redes sociales	149	38,80%
Páginas web	73	19,01%
Total	384	100,00%

Fuente: Propia.

Adicionalmente, los consumidores identificaron la rapidez de entrega (19,76%), la variedad de productos (16,87%) y la conveniencia de horarios (15,50%) como los principales factores que influyen en su decisión de compra digital.

Los hallazgos permiten concluir que el marketing digital se constituye en un aliado estratégico para los negocios automotrices informales de la calle Ayacucho, aunque su consolidación requiere superar barreras de confianza, destinar mayores recursos a estrategias digitales y diseñar experiencias de compra basadas en inmediatez, seguridad y personalización.

5. CONCLUSIONES

La investigación permitió demostrar que, si bien los empresarios del sector automotriz de la calle Ayacucho poseen amplia experiencia en el mercado, sus prácticas en marketing digital son incipientes y limitadas a redes sociales, las cuales han resultado ser los canales más efectivos en comparación con las páginas web. La adopción digital se encuentra condicionada por barreras culturales y de confianza de los consumidores, quienes aún prefieren la compra física para verificar la autenticidad de los productos.

Los clientes, por su parte, han mostrado una apertura creciente hacia las compras en línea, con una preferencia clara por las redes sociales como medio de adquisición de autopartes. Factores como la rapidez de entrega, la variedad de productos y la conveniencia se han consolidado como determinantes en la decisión de compra, lo que obliga a los negocios a replantear sus procesos logísticos y comerciales.

En relación con el objetivo del estudio, se concluye que el marketing digital representa una herramienta estratégica para fortalecer la competitividad del sector automotriz informal, siempre que se oriente hacia la generación de confianza, la personalización de la experiencia y la optimización de la logística. La investigación confirma que, aunque la transición hacia un modelo digital aún es parcial, existe un potencial significativo para impulsar el crecimiento del sector a través de una gestión digital más estructurada y eficiente.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2022). *El proyecto de investigación científica* (9.^a ed.). Editorial Episteme.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2024). *Informe anual del parque automotor en Ecuador*. AEADE.
- Blanco, J. (2023). *Medición del retorno de la inversión en marketing digital*. Editorial Académica Española.
- Chiriboga, P. (2020). *Impacto económico del COVID-19 en el sector automotriz ecuatoriano*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- De Esteban, J. (2023). Tendencias en marketing digital y personalización del consumidor. *Revista de Estrategias Empresariales*, 18(2), 45-60.
- Frías, C. (2010). *Técnicas de análisis documental*. Síntesis.
- Gallardo, L. (2017). *Métodos de investigación cualitativa en ciencias sociales*. UTEQ Press.
- García, J. (2019). *Social Media Marketing: Estrategias de interacción digital*. McGraw-Hill.
- Guevara, F., Verdesoto, M., & Castro, J. (2020). *Metodología de la investigación científica*. Editorial Jurídica Cevallos.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2020). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- ICEX España Exportación e Inversiones. (2022). *Informe de mercado: Autopartes en Ecuador*. ICEX.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2017). *Principios de marketing* (17.^a ed.). Pearson.
- Kotler, P., & Keller, K. (2012). *Dirección de marketing* (14.^a ed.). Pearson Educación.
- Kotler, P., & Keller, K. (2020). *Dirección de marketing* (16.^a ed.). Pearson Educación.
- Luna, M., Vargas, R., Torres, F., & Montiel, A. (2019). Marketing digital y expansión de mercados: El caso del sector automotriz. *Revista Latinoamericana de Negocios*, 12(3), 33-52.
- Moreira, L. (2021). *Publicidad en buscadores y estrategias SEA*. Alfaomega.
- Muntané, M., & Sánchez, F. (2020). *Analítica en redes sociales para la toma de decisiones empresariales*. ESIC Editorial.

- Núñez, P., & Miranda, A. (2020). *Estrategias de posicionamiento digital en mercados emergentes*. UOC Press.
- Pavlik, J. (2023). *SEO: Estrategias de posicionamiento orgánico*. O'Reilly Media.
- Porter, M. E. (2021). *Ventaja competitiva: Creación y sostenibilidad de un rendimiento superior* (Edición revisada). Harvard Business Review Press. (Trabajo original publicado en 1990).
- Pursell, C. (2023). *Inbound Marketing en la era digital*. Wiley.
- Quijije, F. (2016). *Marketing digital: Estrategias y herramientas para la empresa moderna*. Universidad de Guayaquil.
- Ridge, S. (2023). *Digital marketing strategies for the connected age*. Springer.
- Sordo, P. (2022). *Indicadores de conversión en entornos digitales*. Editorial Trillas.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-13>

TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS Y ESTÁNDARES DE GOBERNANZA TI Y CIBERSEGURIDAD COMO EJES ESTRATÉGICOS EN LA TRANSFORMACIÓN DE PROCESOS MINEROS EN COLOMBIA

Núñez Álvarez, Yenny Stella

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Sogamoso, Colombia

yenny.nunez@unad.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-6278>

RESUMEN

El sector minero colombiano enfrenta el reto de modernizar sus procesos productivos y administrativos mediante la incorporación de tecnologías disruptivas que fortalezcan la eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Este artículo analiza el papel estratégico de los estándares internacionales de gobernanza TI y ciberseguridad, en articulación con políticas nacionales como el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (PETIC) 2020–2030 de la Agencia Nacional de Minería y el Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información (MSPI) del Ministerio TIC. A través de una revisión documental y un análisis comparativo, se evidencia que la integración de COBIT, ISO 27001:2022 e ISO 38500, junto con lineamientos nacionales, favorece la transformación digital del sector minero al promover un modelo de gestión que equilibra innovación tecnológica, protección de la información y responsabilidad corporativa.

Palabras clave: Tecnologías disruptivas; Gobernanza TI; Ciberseguridad; Minería; PETIC; MSPI; COBIT; ISO 27001; ISO 38500.

ABSTRACT

The Colombian mining sector faces the challenge of modernizing its productive and administrative processes through the incorporation of disruptive technologies that strengthen efficiency, security, and sustainability. This article analyzes the strategic role of international IT governance and cybersecurity standards, in alignment with national policies such as the Strategic Plan for Information and Communication Technologies (PETIC) 2020–2030 of the National Mining Agency and the Information Security and Privacy Model (MSPI) of the Ministry of ICT. Through a documentary review and comparative analysis, it is demonstrated that the integration of COBIT, ISO 27001:2022, and ISO 38500, together with national guidelines, supports the digital transformation of the mining sector by promoting a management model that balances technological innovation, information protection, and corporate responsibility.

Keywords: Disruptive Technologies; IT Governance; Cybersecurity; Mining; PETIC; MSPI; COBIT; ISO 27001; ISO 38500

1. INTRODUCCIÓN

El sector minero en Colombia se encuentra en un proceso de transformación marcado por la digitalización, la automatización y el uso de tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y la analítica de datos. Sin embargo, la adopción de estas

tecnologías plantea riesgos asociados a la ciberseguridad y a la gobernanza de TI. En respuesta, organismos internacionales y entidades nacionales han desarrollado marcos normativos y guías de referencia que buscan fortalecer la gestión estratégica de la información. Entre ellos destacan el PETIC 2020–2030 de la Agencia Nacional de Minería, el MSPI del Ministerio TIC, y estándares como COBIT, ISO 27001:2022 e ISO 38500. Este artículo examina cómo la sinergia entre estos marcos y lineamientos contribuye a la modernización del sector minero, promoviendo prácticas seguras, responsables y alineadas con la estrategia nacional de transformación digital.

2. MARCO CONCEPTUAL

Transformación digital y tecnologías disruptivas en la minería

La minería global ha entrado en una etapa de intensa transformación digital donde tecnologías disruptivas —inteligencia artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), gemelos digitales (digital twins), analítica de datos y automatización— están reconfigurando procesos productivos, logísticos y de mantenimiento. Estudios sistemáticos recientes muestran que la adopción de estas tecnologías aumenta la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la sostenibilidad, pero también exige cambios organizacionales profundos (Flores-Castañeda et al., 2024). En particular, la literatura enfatiza que los beneficios reales dependen de la articulación entre la tecnología, la gobernanza y la gestión del cambio organizacional (Flores-Castañeda et al., 2024).

Aplicaciones y tecnologías disruptivas

IoT y sensores habilitan la monitorización en tiempo real de equipos y condiciones ambientales, la IA permite mantenimiento predictivo y optimización de procesos, y los gemelos digitales facilitan simulaciones de comportamiento de activos críticos. Revisiones recientes en minería documentan mejoras en disponibilidad de equipos y reducción de tiempos muertos gracias a estos instrumentos, pero advierten sobre la necesidad de gestionar correctamente la calidad de los datos y la interoperabilidad entre sistemas OT y TI (Transport System Digitalization Research, 2024).

Riesgos y ciberseguridad en entornos IT/OT convergentes

La convergencia IT–OT incrementa la superficie de ataque y eleva la criticidad de controles de ciberseguridad: accesos remotos, telemetría expuesta y activos conectados son vectores que han sido explotados en operaciones industriales. Revisiones de 2024–2025 destacan las debilidades frecuentes en políticas, actualizaciones, segmentación de redes y capacidades de respuesta a incidentes en la industria minera a nivel global (Journal of Cyber Security Technology, 2025). Por tanto, la protección de entornos industriales requiere medidas técnicas (segmentación, monitoreo continuo, gestión de parches) combinadas con gobernanza, formación y planes de respuesta (Journal of Cyber Security Technology, 2025).

Gobernanza de TI y estándares: complementariedad entre COBIT, ISO 38500 e ISO 27001

Los marcos de gobernanza y seguridad son elementos importantes para transformar digitalmente sin sacrificar control y cumplimiento. COBIT (ISACA) provee un modelo para alinear TI con objetivos de negocio y gestión de riesgos; ISO/IEC 38500 orienta a los órganos de gobierno sobre el uso responsable de TI; e ISO/IEC 27001:2022 establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) que permita identificar y tratar riesgos de información (ISACA, 2019; ISO, 2015; ISO, 2022). Dentro esta exploración de estándares, normas y marcos e trabajo, es recomendable una implementación integrada: COBIT para procesos y gobernabilidad, ISO 38500 para rol/directrices del directorio y ISO 27001 para controles operativos y certificación del SGSI (Karataş & Çakır, 2024).

Articulación entre políticas nacionales y estándares internacionales

Los lineamientos sectoriales y nacionales facilitan la implementación coherente de la gobernanza y la seguridad. En Colombia, el PETIC 2020–2030 (ANM) define la hoja de ruta para la transformación digital del sector minero y enfatiza capacidades TIC, arquitectura y gestión de riesgos; el MSPI (MinTIC) entrega lineamientos para la seguridad y privacidad orientados a entidades públicas, y recomienda la adopción de buenas prácticas y estándares internacionales (ANM, 2025; MinTIC, 2025). La literatura sugiere que la mejor práctica es mapear esos lineamientos nacionales con marcos como COBIT e ISO 27001 para asegurar coherencia entre estrategia sectorial y controles operativos (ANM, 2025; MinTIC, 2025).

Barreras y factores críticos de éxito

Evidencia reciente indica como barreras recurrentes la falta de talento especializado, inversiones insuficientes, baja madurez de gestión de riesgos y resistencia cultural. Los factores críticos de éxito incluyen: (a) compromiso y supervisión a nivel directivo; (b) métricas de madurez y los índices de medición; (c) programas continuos de formación; y (d) proyectos piloto que permitan escalar con controles de seguridad (Flores-Castañeda et al., 2024).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque documental y cualitativo, orientado al análisis crítico y a la integración de marcos teóricos y normativos aplicables al sector minero colombiano. Para ello, se aplicaron las siguientes fases metodológicas:

Revisión bibliográfica sistemática en bases de datos científicas de alto impacto como Scopus y Web of Science, priorizando literatura publicada en los últimos cinco años sobre tecnologías disruptivas, gobernanza de TI y ciberseguridad en sectores estratégicos.

Análisis de marcos de referencia internacionales, específicamente COBIT, ISO/IEC 27001:2022 e ISO/IEC 38500, con el propósito de identificar principios, prácticas y lineamientos que puedan ser transferidos o adaptados al contexto minero.

Estudio comparativo de lineamientos nacionales, enfocado en el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (PETIC) 2020–2030 y el Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información (MSPI) del Ministerio TIC, con el fin de evaluar su coherencia y complementariedad respecto a los estándares internacionales.

Síntesis e integración de hallazgos, que permitió reconocer sinergias, convergencias y vacíos existentes en la aplicación de los marcos internacionales y las políticas nacionales, generando un panorama actualizado de los desafíos y oportunidades en la transformación digital y la ciberseguridad del sector minero colombiano.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de marcos internacionales como COBIT e ISO/IEC 38500 proporciona una base sólida para estructurar un modelo de gobernanza de TI en el sector minero colombiano. Dicho modelo orienta la toma de decisiones estratégicas y asegura que las inversiones tecnológicas estén alineadas con los objetivos de negocio, fortaleciendo la rendición de cuentas y la sostenibilidad organizacional.

De manera complementaria, la implementación de ISO/IEC 27001:2022 y los lineamientos del MSPI consolidan un marco de gestión de riesgos integral, indispensable en un sector donde

convergen sistemas físicos y digitales (OT/IT). Este enfoque resulta crítico para salvaguardar la información sensible, proteger los activos críticos y garantizar la continuidad de las operaciones frente a incidentes de ciberseguridad.

Por su parte, el PETIC 2020–2030 establece una hoja de ruta coherente con la política minera nacional, que enfatiza la sostenibilidad, la eficiencia y la digitalización como ejes fundamentales de la competitividad. La articulación de este plan con estándares internacionales permite avanzar hacia un modelo de ciber-resiliencia que refuerza el cumplimiento regulatorio, la confianza de los stakeholders y la reputación del sector.

Se observa que, a pesar de los avances normativos y técnicos, persisten barreras estructurales que limitan la transformación digital minera. Entre ellas destacan: una cultura organizacional poco orientada a la innovación y a la ciberseguridad, la baja inversión en infraestructura tecnológica, y la insuficiente capacitación del talento humano. Superar estas limitaciones exige una estrategia integral que combine políticas públicas, adopción efectiva de estándares y fortalecimiento de capacidades internas, lo que permitirá al sector transitar hacia un ecosistema digital seguro, sostenible y competitivo.

5. CONCLUSIONES

La transformación digital del sector minero en Colombia exige la integración de tecnologías disruptivas con marcos sólidos de gobernanza de TI y ciberseguridad. La articulación entre el PETIC 2020–2030, el MSPI, COBIT, ISO/IEC 27001:2022 e ISO/IEC 38500 ofrece un marco integral que no solo permite mitigar riesgos, sino también impulsar la innovación, la eficiencia y la sostenibilidad del sector. No obstante, para garantizar una implementación efectiva se requiere fortalecer la capacitación del talento humano, consolidar una cultura organizacional orientada a la ciberseguridad y aumentar la inversión en infraestructura tecnológica.

El análisis evidencia que la transformación digital minera en Colombia avanza de manera lenta y desigual, marcada por la adopción gradual de tecnologías disruptivas. Este proceso enfrenta barreras relevantes como limitaciones presupuestales, la falta de una cultura de innovación, y la escasa alineación entre los objetivos estratégicos del negocio y la gestión de TI. A estas dificultades se suman restricciones normativas en la explotación de materiales, así como la persistencia de la minería ilegal, en ocasiones vinculada a actores armados al margen de la ley, lo que complejiza la consolidación de un modelo moderno, seguro y sostenible.

Asimismo, se identifican brechas significativas en materia de ciberseguridad en las empresas mineras con infraestructuras TI críticas, lo que expone a la organización a incidentes que comprometen tanto los activos de información como la continuidad operativa. En este escenario, la adopción y adaptación de estándares internacionales, articulados con las políticas nacionales, constituye un eje estratégico para construir una gobernanza de TI robusta y avanzar hacia una gestión integral de la seguridad de la información en el sector minero colombiano.

REFERENCIAS

Agencia Nacional de Minería. (2025). Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (PETIC) 2020–2030. Versión 3.
[https://www.anm.gov.co/sites/default/files/2025-01-31-Plan-Estrategico-Tecnologias-
Informacion-Comunicaciones-%28PETIC%29-2020-2030-Version-3.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/2025-01-31-Plan-Estrategico-Tecnologias-Informacion-Comunicaciones-%28PETIC%29-2020-2030-Version-3.pdf)

- Flores-Castañeda, R. O., Olaya, S., López-Porras, M., & Tarmeño Juscamaita, E. (2024). Technological advances and trends in the mining industry: A systematic review. *Mineral Economics*. <https://doi.org/10.1007/s13563-024-00455-w>
- ISACA. (2019). COBIT 2019 framework: Governance and management objectives. ISACA.
- International Organization for Standardization. (2022). ISO/IEC 27001:2022 — Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO/IEC 38500:2015 — Governance of IT for the organization.
- Ministry of Information and Communication Technologies — MinTIC. (2025). Documento Maestro de los Lineamientos del Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información (MSPI). https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-401770_recurso_1.pdf
- Transport System Digitalization Research. (2024). Transport system digitalization in the mining industry. *Sustainability*, 17(13), 6038. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/13/6038>
- Ullah, A. B., et al. (2025). A comprehensive review of cyber security and current practices in global mining critical infrastructure. *Journal of Cyber Security Technology*. <https://doi.org/10.1080/23742917.2025.xxxxxx>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-14>

RECREANDO EL PASADO: EL USO DEL COSPLAY COMO PUESTA DE ENSEÑANZA DE HISTORIOGRAFIA DE POBLACIONES NEGRAS EN EL CARIBE NEOGRANDINO

Mendoza Manotas, María Angélica Del Mar

Universidad del Magdalena

Santa Marta, Colombia

mmendozam@unimagdalena.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6462-3878>

RESUMEN

El presente trabajo propone una metodología alternativa para la enseñanza y divulgación de procesos historiográficos sobre las poblaciones negras en el Caribe neogranadino mediante la integración del cosplay y la composición fotográfica como herramientas didácticas y de apropiación cultural. La iniciativa, respaldada por la Universidad del Magdalena, surge de la necesidad de trascender los enfoques tradicionales de la historiografía y fomentar procesos pedagógicos que articulen arte y ciencia. Se elaboraron cuadros vivos y performances museográficos que evocaron dinámicas sociales, laborales y culturales de estas comunidades durante el periodo colonial. La investigación empleó un enfoque cualitativo basado en la práctica artística, promoviendo la construcción de narrativas visuales como medios de democratización del conocimiento histórico. Los resultados evidencian que la apropiación de estrategias artísticas facilita una mayor comprensión crítica de las experiencias históricas afrodescendientes, fortaleciendo la enseñanza patrimonial y la participación de públicos diversos en la construcción de memoria histórica.

Palabras clave: Caribe, cosplay, enseñanza historia poblaciones negras

ABSTRACT

The paper proposes an alternative methodology for the teaching and dissemination of historiographical processes concerning Black populations in the Neogranadine Caribbean through the integration of cosplay and photographic composition as didactic tools and means of cultural appropriation. The initiative, supported by the Universidad del Magdalena, arises from the need to transcend traditional historiographical approaches and to foster pedagogical processes that intertwine art and science. Living tableaux and museum performances were created to evoke the social, labor, and cultural dynamics of these communities during the colonial period. The research employed a qualitative approach based on artistic practice, promoting the construction of visual narratives as a means of democratizing historical knowledge. The results demonstrate that the appropriation of artistic strategies facilitates a deeper critical understanding of Afro-descendant historical experiences, thereby strengthening heritage education and encouraging broader public participation in the construction of historical memory.

Keywords: Caribbean, cosplay, history teaching, Black populations

1. INTRODUCCIÓN

La historiografía tradicional en América Latina, particularmente en el Caribe, ha perpetuado esquemas de representación que limitan la comprensión integral de las poblaciones negras en los contextos coloniales. Generalmente, los estudios se han centrado en la esclavitud y la marginalidad, dejando de lado dinámicas complejas como las libertades alcanzadas, la participación en economías locales y su impacto cultural en el territorio. En este sentido, la enseñanza de la historia enfrenta el desafío de construir enfoques que permitan una apropiación crítica y participativa de estos procesos.

La presente propuesta se enmarca en esta preocupación, planteando el uso de estrategias artísticas como el cosplay y la fotografía performática para diversificar los lenguajes de transmisión del conocimiento histórico y expandir los públicos receptores.

2. MARCO CONCEPTUAL

El enfoque de este estudio se sustenta en los planteamientos de Carrillo Quiroga (2015) sobre la investigación basada en prácticas artísticas como vía de producción de conocimiento interdisciplinario. Desde la historia pública y la educación patrimonial (Little, 2007; De Groot, 2016), se reconoce el arte como una herramienta legítima para democratizar y ampliar los alcances del discurso historiográfico.

A nivel historiográfico, los estudios de Contreras (2013), González-Ripoll (2000) y Solano (2014) han evidenciado la necesidad de revisar críticamente las narrativas tradicionales sobre las poblaciones negras en América Latina y el Caribe, promoviendo miradas más inclusivas y complejas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación adoptó un diseño cualitativo de tipo exploratorio, fundamentado en la metodología de investigación basada en la práctica artística. Se realizaron talleres de creación de vestuario, composición escénica y fotografía con estudiantes y docentes de la Universidad del Magdalena, orientados a la reconstrucción visual de escenas históricas representativas de la vida de las poblaciones negras en el Caribe neogranadino.

Los materiales incluyeron recursos de archivo histórico, referencias iconográficas coloniales, entrevistas semiestructuradas a participantes y registros fotográficos de los cuadros vivos. Las exposiciones museográficas y las representaciones en vivo fueron utilizadas como espacios de retroalimentación e interacción con el público.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de cosplay histórico y composición fotográfica permitió una revalorización de las narrativas de las poblaciones negras, destacando aspectos usualmente invisibilizados, como los procesos de manumisión, la vida artesanal y las prácticas culturales autónomas. Las representaciones lograron captar el interés de públicos diversos, ampliando la recepción de los contenidos históricos más allá del ámbito académico tradicional.

El impacto del proyecto evidenció que la combinación de arte e historia favorece procesos de apropiación social del conocimiento y refuerza estrategias de enseñanza patrimonial. Asimismo, se observó que los cuadros vivos y las exposiciones promovieron espacios de diálogo crítico sobre la memoria histórica afrodescendiente y su relevancia en la configuración identitaria del Caribe colombiano.

Foto 1. Representación hombre en condición de esclavo



Fuente: Elaboración propia

Foto 2. Mujeres negras en condición de libertad a inicios del siglo XIX



Fuente: Elaboración propia

Foto No. 3- Mujer mulata en práctica de rituales africanos



Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

La experiencia demuestra que el uso de herramientas artísticas como el cosplay y la fotografía en procesos educativos e historiográficos constituye una estrategia eficaz para diversificar las formas de transmisión del conocimiento histórico. Este enfoque favorece la inclusión de públicos no especializados, fortalece la participación comunitaria en la construcción de memorias colectivas y contribuye a resignificar el papel histórico de las poblaciones negras en el Caribe colonial. El proyecto invita a repensar la enseñanza de la historia como un campo dinámico, interdisciplinario y abierto a las nuevas prácticas culturales contemporáneas, reafirmando la importancia de articular arte y ciencia en los procesos de investigación y divulgación histórica.

Las exposiciones museográficas y los performances en vivo realizados durante el proyecto constituyeron espacios de extensión académica donde se logró una interacción directa entre los productos de la investigación y públicos heterogéneos, más allá del ámbito universitario. Este contacto permitió no solo socializar resultados de investigación histórica, sino propiciar diálogos intergeneracionales, fortalecer identidades culturales locales y democratizar el acceso a narrativas históricas que han sido tradicionalmente marginadas.

Desde una perspectiva crítica, las formas alternas de representación de la ciencia histórica mediante recursos visuales y performativos— amplían la eficacia de la divulgación académica, contribuyen a romper las barreras de acceso al conocimiento y promueven una comprensión más vivencial y emocional del pasado. De este modo, las prácticas artísticas no se constituyen en simples mecanismos de ilustración, sino en verdaderos dispositivos epistemológicos que favorecen el ejercicio de la memoria histórica, la resignificación de sujetos colectivos y la construcción activa de ciudadanía.

Además, el uso de arte y performance en los procesos de extensión universitaria se presenta como una estrategia pertinente para renovar las prácticas de formación en ciencias sociales y humanas, permitiendo responder de manera innovadora a los desafíos de una sociedad que exige nuevas formas de mediación cultural y educativa.

Se concluye que la articulación de arte y ciencia en proyectos de historia pública no solo es deseable, sino necesaria para fortalecer los procesos de transmisión de saberes, fomentar el pensamiento crítico y promover una sociedad más consciente de su diversidad histórica y cultural. La experiencia desarrollada sugiere que futuros proyectos de investigación deberían considerar de manera más sistemática la integración de lenguajes artísticos como parte fundamental de sus estrategias de impacto social y educativo.

REFERENCIAS

- Carrillo Quiroga, Perla. (2015). La investigación basada en la práctica de las artes y los medios audiovisuales. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(64), 219-240.
- Cassiani, Javier. 2005. "Negros y mulatos en Cartagena de Indias: memoria, olvido y búsqueda de reconocimiento", en *Palimpsestos*, N° 5, Bogotá, pp. 76-81
- Contreras, Hugo. 2013. "Oficios, milicias y cofradías. Éxito económico, prestigio y redes sociales afroestizas en Santiago de Chile, 1780-1820", en *Revista de Historia Social y de las Mentalidades*, Vol. 17, No. 2, Santiago de Chile, p.43-74
- Pérez Toledo, Sonia. *Trabajadores, espacio urbano y sociabilidad en la Ciudad de México 1750-1867*. México: UAM-I, Miguel Ángel Porrúa, 2011. 280p.
- Payne, Elizet. 2000. "Maestros, oficiales y aprendices: La incipiente organización artesanal en la Cartago del siglo XVII", en *Diálogos*, vol. 1, núm. 2, San José, pp. 1-38

- González-Ripoll, María. 2000. "Perfiles de crecimiento de una ciudad: La Habana a finales del siglo XVIII", en Centro de Estudios Históricos, Madrid, p.244
- González-Ripoll, Loles. 2020. "Gente de color entre esclavos calidades raciales, esclavitud y ciudadanía en el Gran Caribe", Ed Comares, 2019. (Reseña del texto)
- Helg, Aline. 1999. "Esclavos y libres de color, negros y mulatos en la investigación y la historia de Colombia". En Revista Iberoamericana, N° 188-189, pp. 697-712
- Espinoza, Claudio. 2014. "La sociedad de negros esclavos y libertos en la región de Piura Anotaciones sobre manumisión y politización social, 1780-1812", en Sociales, vol. 18 no. 33, Lima, pp. 167-185
- Mitidieri, Gabriela. y Pita, Valeria. 2019. "Trabajadoras, artesanos y mendigos. Una aproximación a las experiencias sociales de trabajo y pobreza en la Buenos Aires de la primera mitad del siglo XIX" en Anuario del Instituto de Historia Argentina, No. 19, Buenos Aires, pp. 1-15
- Navarrete, Maria 1994. "Los artesanos negros en la sociedad Cartagenera del siglo XVII", en Tiempo y Espacio no, 6, Cali, p.9-27
- Silva, Luis y Preste de Souza, Fernando. 2014. "Negros apoyos. Milicianos afrodescendientes, transición política y cambio de estatus en la era de las independencias (capitanías de São Paulo y Pernambuco, Brasil, 1790-1830)", en Nuevo Mundo, Mundos Nuevos, Debates, 2014, París, p.23
- Solano, Sergio. 2014. "La construcción de los censos de población del Nuevo Reino de Granada finales del siglo XVIII", en El Taller de la Historia, vol. 7 no. 7, Cartagena, pp.41-99
- Solano, Sergio y Flórez Roicer. 2012. "Artilleros pardos y morenos artistas: artesanos, raza, milicias y reconocimiento social en el Nuevo Reino de Granada, 1770-1812", en Historia Critica, No. 48, Bogotá, pp. 11-37

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-15>

GESTIÓN INTEGRAL DE DISEÑO: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN CIUDADES VULNERABLES A INUNDACIONES

López Ortiz, Jorge

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, México

jorge_lebeau@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-4995>

RESUMEN

Los fenómenos hidrometeorológicos, representan una amenaza creciente para las ciudades en sistemas urbanos de cuenca, afectando gravemente la calidad de vida de sus habitantes. Este estudio se centra en la ciudad de Mérida, Yucatán, un caso emblemático de vulnerabilidad ante estos riesgos debido a su ubicación geográfica, su rápido crecimiento urbano y un ordenamiento territorial que prioriza intereses económicos sobre la prevención, el cual incide en los municipios colindantes que conforman el área metropolitana. Las autoridades locales muestran debilidades significativas en la gestión de riesgos, evidenciadas en la falta de coordinación interinstitucional, la insuficiente inversión en infraestructura y la ausencia de mecanismos de participación ciudadana en la toma de decisiones. Estas carencias se agravan por un enfoque reactivo que responde a emergencias en lugar de implementar estrategias preventivas integrales. La investigación propone un modelo de gestión y gobernanza metropolitana para la mitigación del riesgo, a través de la intervención en el espacio público, este integra el uso de sistemas de información geográfica para el diagnóstico territorial, la evaluación de capacidades y vulnerabilidades comunitarias, y la implementación de estrategias basadas en ciclos de evaluación y retroalimentación. Este modelo se distingue al incorporar un enfoque metropolitano que supera las limitaciones desde la escala municipal, proponiendo directrices claras y la construcción de indicadores para la toma de decisiones. Su aplicación en Mérida busca reducir los riesgos urbanos, hacia la preservación de los servicios ecosistémicos y al bienestar de las comunidades.

Palabras clave: Riesgos urbanos, urbanismo, inundaciones, gobernanza, gestión de riesgo

ABSTRACT

Hydrometeorological phenomena represent a growing threat to cities in urban watershed systems, seriously affecting the quality of life of their inhabitants. This study focuses on the city of Mérida, Yucatán, an emblematic case of vulnerability to these risks due to its geographic location, rapid urban growth, and a territorial planning system that prioritizes economic interests over prevention, which impacts the neighboring municipalities that make up the metropolitan area. Local authorities show significant weaknesses in risk management, evidenced by a lack of inter-institutional coordination, insufficient investment in infrastructure, and the absence of mechanisms for citizen participation in decision-making. These shortcomings are exacerbated by a reactive approach that responds to emergencies rather than implementing comprehensive preventive strategies. This research proposes a metropolitan management and governance model for risk mitigation through intervention in public spaces. This model integrates the use of geographic information systems for territorial diagnosis, the assessment of community capacities and vulnerabilities, and the implementation of strategies based on evaluation and feedback

cycles. This model is distinguished by incorporating a metropolitan approach that overcomes limitations at the municipal level, proposing clear guidelines and constructing indicators for decision-making. Its application in Mérida seeks to reduce urban risks, thereby preserving ecosystem services and promoting community well-being.

Keywords: Urban risks, urban planning, flooding, governance, risk management

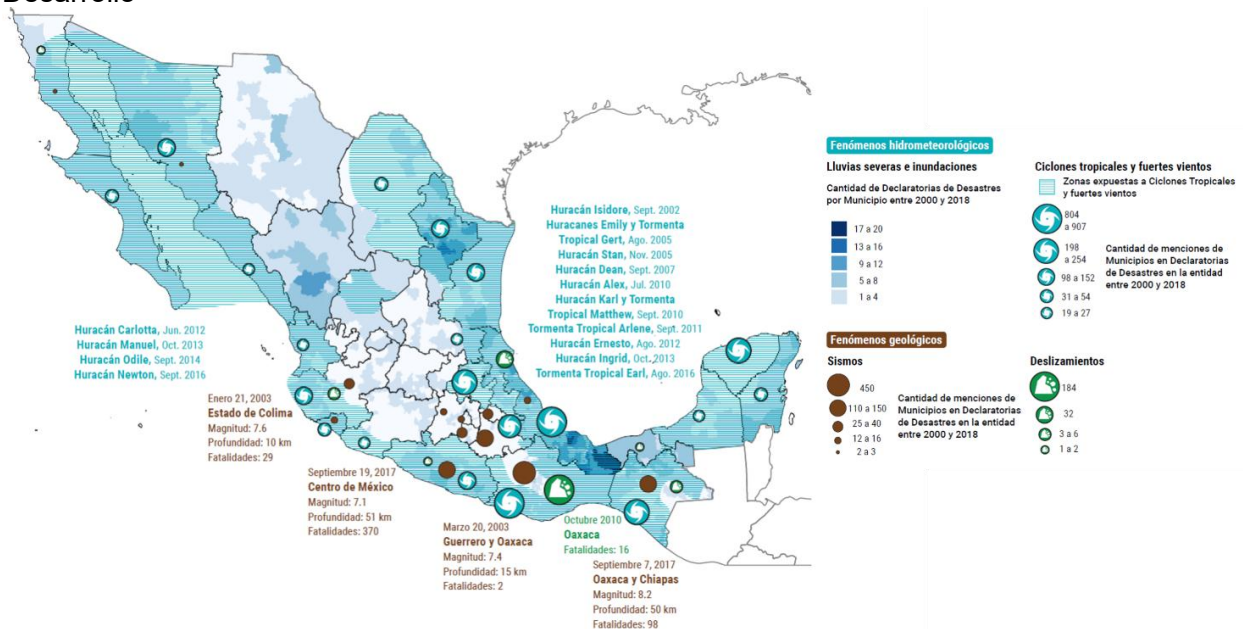
1. INTRODUCCIÓN

Las dinámicas que se están detonando a raíz del cambio climático, ocasionado por la acción antrópica, en particular por el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, causando condiciones de estrés a los servicios ecosistémicos que la naturaleza aporta a las comunidades (Estrada, Zavala, Martínez, Raga, & Gay, 2023). La tendencia recae en el aumento en la intensidad y frecuencia de amenazas hidrometeorológicas, cuya trayectoria afecta a ciudades con mayores niveles de vulnerabilidad, por el crecimiento urbano que benefician modelos inmobiliarios neoliberales, sin condiciones habitables ni procesos de inclusión de la comunidad. Ciudades que resultan ser vulnerables a la frecuente presencia de inundaciones, lluvias, frentes fríos, sequías e impactos por huracanes, con necesidades que superan las competencias municipales, es un reto para las políticas públicas metropolitanas de gestión del territorio y sistemas hídricos.

2. MARCO CONCEPTUAL

México es un país expuesto a amenazas hidrometeorológicas debido a su localización geográfica y la forma en que se han desarrollado las ciudades, véase en la figura 1. La planicie costera del Golfo y la península de Yucatán han sido afectadas por eventos hidrometeorológicos que derivan en inundaciones, en zonas expuestas por su cercanía a planicies, escurrimientos y costas, esto ha generado pérdidas económicas y problemas en el mantenimiento y acceso de servicios vitales.

Figura 1. Exposición a amenazas en México, del 2000 al 2018. SEDATU/ ONU HABITAT (2019) Desarrollo

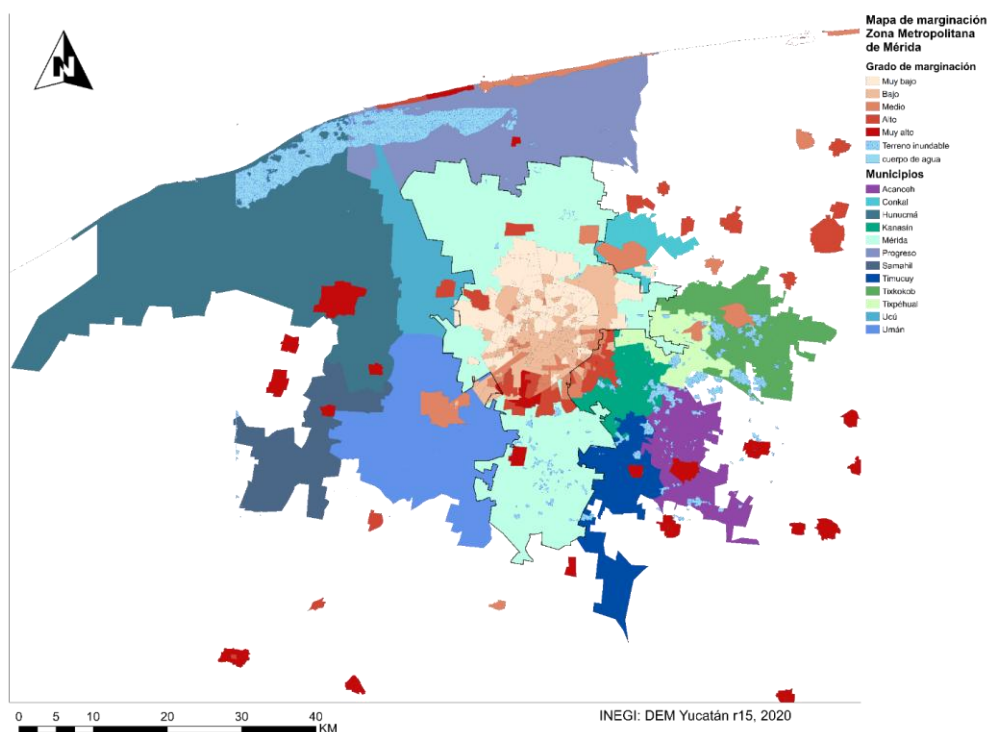


Mérida se localiza en estado de Yucatán, con una población de 995129 habitantes según el censo INEGI de 2020 (INEGI, 2024), forma parte de la zona metropolitana de Mérida, ZMM, con los municipios de Kanasin, Umán, Acanceh, Conkal, Hunucmá, Samahil, Timicuy, Tixtokob, Tixpéhual y Ucú, cuenta con áreas naturales protegidas como la reserva estatal geohidrológica Anillo de Cenotes, las ciénagas y manglares de la costa norte y la reserva ecológica Cuxtal al sur de la ciudad. Mérida tiene un centro urbano, sin embargo, existen localidades y comisarías de carácter rural (Economía, 2024).

La ciudad de Mérida se encuentra en un proceso de crecimiento sobre un corredor industrial que la conecta con el municipio de Progreso, la cual no forma parte del área metropolitana, sin embargo, tienen una relación estrecha por las actividades industriales, portuarias e inmobiliarias que inciden directamente en el desarrollo urbano.

Con base en los datos del Consejo Nacional de Población, CONAPO, del censo oficial del INEGI de 2020, véase en la figura 2, se identifica a la ZMM con altos niveles de segregación social en todos los municipios, excepto en Mérida, donde la segregación es diferencial con mayor nivel hacia el sur y el oriente, con un enfoque de desarrollo urbano que privilegia el impulso de obras y mantenimiento en sectores de clase media y alta localizadas al norte. Se trata de un área metropolitana que registra altos niveles de desigualdad, lo que genera condiciones de alta vulnerabilidad ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos y sobre todo en el mantenimiento y dotación de servicios públicos y ecosistémicos, además de que impide el acceso a redes hídricas de calidad, por la falta de equipamiento e infraestructura.

Figura 2. Mapa de marginación de la ZM de Mérida con la distribución de localidades. Autoría propia.



Los asentamientos en la ciudad tienden a ser de tipo habitacional, expuestos a inundaciones, con escasez de equipamiento y áreas verdes para regular excedentes por lluvias. La capacidad

para recuperarse ante amenazas se ve limitado por las condiciones sociales en las que viven los sectores más marginados y falta de acceso a servicios básicos.

Para integrar acciones de prevención del riesgo, es viable intervenir el espacio público, el cual representa hitos que permiten organizarse para actuar ante los eventos extraordinarios (López Ortiz & Morales Cruz, 2023). Facilitan experiencias sociales con intercambios mediante símbolos y significados, son nodos potenciales que conectan los servicios ecosistémicos que garantizan protección ante amenazas, además, sirven para diversificar los procesos sistémicos que integran las ciudades con accesibilidad. El escenario que brinda el espacio público como eje para deconstruir el riesgo es crucial para las comunidades que habitan la ciudad.

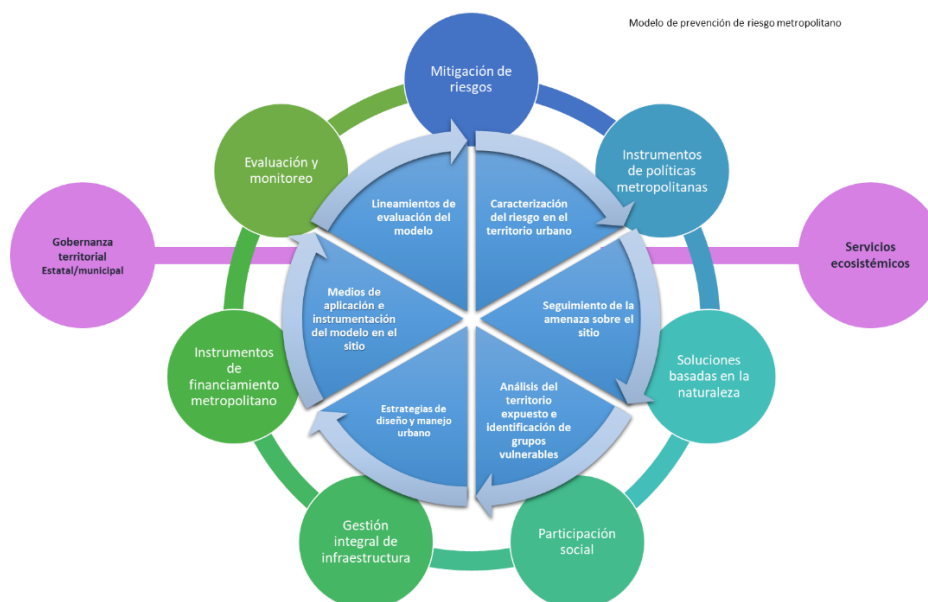
Las acciones vigentes para manejar las inundaciones persisten en desempeñarse desde la reacción y contingencia por parte de la autoridad gubernamental, desde los diferentes niveles de gobierno, se trata del manejo de los eventos con acciones correctivas, con base en una serie de protocolos de protección civil y procesos que se establecen desde el Sistema Nacional de Protección Civil, la Secretaría de Gobernación y la SEDENA con los planes de contingencia como los DN III, el plan Marina y el plan Guardia Nacional, como respuesta ante la consolidación de desastres tras declaratorias de emergencia y desastre oficiales.

Esto ha resultado insuficiente, por lo que es importante dar un paso adelante, desde la planificación territorial para consolidar estructuras metodológicas que operen previo a que se generen condiciones de vulnerabilidad en una comunidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Ante la necesidad de construir nuevos modelos de decisión orientados a la prevención desde la planificación, se propone el siguiente modelo, véase la figura 3, partiendo de la unidad de estudio que es el municipio de Mérida, abordando la dinámica metropolitana para consolidar acciones desde la gobernanza de forma transversal, como herramienta para construir las políticas públicas ante el riesgo.

Figura 3. Modelo integral de prevención de riesgo metropolitano para la ZM de Mérida. Autoría propia.



Este modelo sirve para que tomadores de decisiones consoliden nuevos abordajes hacia la construcción de escenarios de mitigación, para integrar estrategias de intervención en el espacio público. Estos escenarios son descripciones de eventos posibles que pueden desarrollarse en el futuro, lo que conlleva a configurar una serie particular de consecuencias. Se fundamentan en los análisis sobre las fuerzas que detonan los eventos, interconexiones, relaciones de los sistemas, que pueden capturar la incertidumbre y la complejidad que conllevan las estructuras con sus actividades y su relación con el clima y el tiempo (Vuuren, Kok, Girod, Lucas, & Vries, 2012), de una forma coherente, estas integran indicadores que miden los posibles alcances y rutas para cumplir con el objeto de reducir el riesgo.

Con base en la visión de establecer escenarios, se debe establecer una secuencia para el desempeño de cada intervención, a partir de la integración de competencias institucionales y campos de conocimiento, siguiendo los pasos del modelo para integrar un ciclo evaluable con lineamientos clave, para garantizar que se cumplan los objetivos con base en indicadores de gobernanza. En el caso de Mérida, se distinguen dos etapas para el desarrollo de acciones, una fase preventiva que contempla acciones desde la prevención, la mitigación y la preparación; y una fase prospectiva, que contempla la identificación de riesgos y la previsión. Esto ayuda a que las estrategias analicen eventos conocidos y escenarios desconocidos que pudieran impactar el territorio, que deriven en propuestas de diseño que respondan concretamente de forma eficiente y sostenible.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

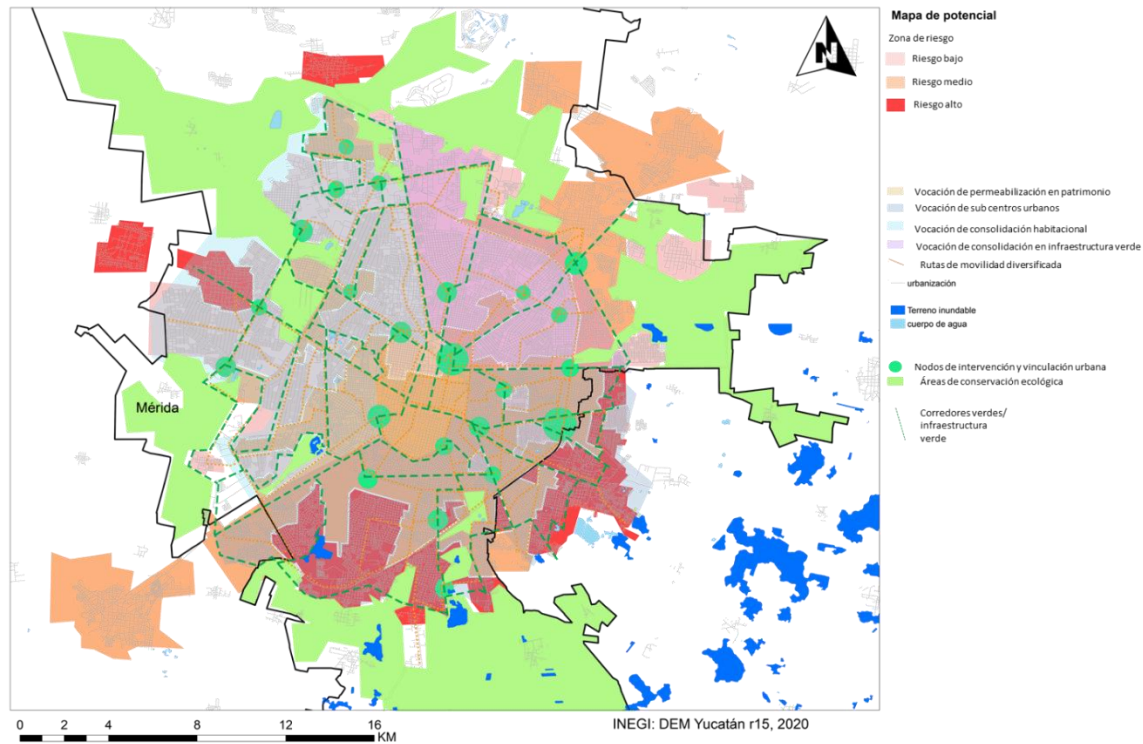
La propuesta para gestionar el riesgo desde el diseño, parte de desarrollar un plan maestro para las zonas urbanas de la ciudad de Mérida, véase la *figura 4*, como punto de referencia y de consolidación de una cartera de proyectos orientado a intervenir el territorio mediante acciones con infraestructura verde en el espacio público. Se vinculan con las vocaciones que definen el carácter de las distintas zonas que tiene la ciudad, hacia el manejo de los niveles de riesgo integral de forma diferencial desde las necesidades y los puntos de oportunidad para el potencial de desarrollo sostenible.

Estas acciones que surgen del potencial de intervención del territorio contemplan elementos de infraestructura verde, como los siguientes puntos:

- 1.- Corredores que permiten integrar acciones de diversificación de movilidad, mientras se enlazan peldaños con áreas verdes hacia las reservas naturales.
- 2.- Pozos de absorción en caminos, parques y áreas peatonales con camellones, para reducir la velocidad de las avenidas de inundación.
- 3.- Vinculación de nodos estratégicos para reducir el uso del automóvil e incorporando pabellones de vegetación que faciliten el traslado y la diversificación de actividades sociales con sombras arbóreas y limpieza del aire.
- 4.- Garantizar áreas de amortiguamiento para proteger y consolidar áreas naturales protegidas y zonas de restauración, con jardines, parques y elementos peatonales.
- 5.- Mejoramiento de sistemas de captación de agua y distribución de residuos, con apoyo de sistemas de drenaje urbano sostenible, con elementos de filtrado pasivos para el tratamiento de aguas.
- 6.- Ensanche de bordes entre ríos y llanuras aluviales, además de limitar el desarrollo en zonas cercanas a humedales.
- 7.- Intervenir espacios impermeables para construir humedales artificiales para consolidar nuevos microclimas que reduzcan las islas de calor en áreas con altas densidades de población.

Estas acciones se deben interpretar y organizar con procesos administrativos para que las autoridades competentes, con participación social y vinculación académica, puedan desarrollarlas de forma viable.

Figura 4. Mapa de potencial de intervenciones en Mérida. Autoría propia.



5. CONCLUSIONES

La gestión integral de diseño, permite organizar desde la escala local, acciones e intervenciones en el espacio público con medidas de infraestructura verde, desde un enfoque y lenguaje administrativo, que garantice la gobernanza del territorio para consolidar espacios habitables, que reduzcan el riesgo y que recuperen el carácter que las cuencas y los sistemas hídricos brindan, a través de los servicios ecosistémicos, para garantizar actividades sociales y comunitarias productivas, habitables y dignas.

REFERENCIAS

- Economía, S. d. (2024). DATA MÉXICO. Recuperado el 5 de 8 de 2024, de Mérida: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/merida-993101>
- Estrada, F., Zavala, J., Martínez, A., Raga, G., & Gay, C. (2023). Estado y perspectivas del cambio climático en México: un punto de partida. México: PINCC.
- INEGI. (1 de 5 de 2024). México en cifras. Recuperado el 5 de 8 de 2024, de Mérida, Yucatán: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=070000310050#collapse-Resumen>
- López Ortiz, J., & Morales Cruz, J. A. (2023). Análisis bibliométrico sobre el espacio público y el manejo de la emergencia social. Anuario de espacios urbanos, historia, cultura y diseño No. 30, 113-134.

- ONU-Hábitat. (2019). Guía metodológica. Estrategia municipal de gestión integral de riesgos de desastres. México: ONU Hábitat/ SEDATU.
- Vuuren, D., Kok, M., Girod, B., Lucas, P., & Vries, B. (2012). Scenarios in global environmental assessments: Key characteristics and lessons for future use. *Global environmental change* 22, 884-895. doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-16>

COMPETENCIAS DIGITALES EN LOS EMPREENDEDORES DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL DEL ITESCO: DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIAS DE MEJORA

Jiménez Arteaga, Gabriela

Tecnológico Nacional de México/ITS Coatzacoalcos
Coatzacoalcos, México
gjimeneza@itesco.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1924-1439>

Gamboa Rodríguez, Patricia Guadalupe

Tecnológico Nacional de México/ITS Coatzacoalcos
Coatzacoalcos, México
pgamboar@itesco.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0865-3298>

Jiménez Martínez, Karla Alejandra

Tecnológico Nacional de México/ITS Coatzacoalcos
Coatzacoalcos, México
kjimenezm@itesco.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0321-5763>

Betanzos Valenzuela, Oscar Homero

Tecnológico Nacional de México/ITS Coatzacoalcos
Coatzacoalcos, México
obetanzosv@itesco.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1903-2140>

RESUMEN

Para los emprendedores, dominar las herramientas tecnológicas es fundamental para aprovechar las oportunidades del mercado y optimizar sus procesos, pero sobre todo es una forma de autoemplearse. El objetivo de la presente investigación fue analizar el nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos (ITESCO) para proponer estrategias institucionales que fomenten y promuevan el desarrollo de estas habilidades en el contexto de la educación superior. El tipo de estudio fue de enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-comparativo y de diseño no experimental-transeccional. Se recolectaron datos mediante un cuestionario debidamente validado mediante el alfa de Cronbach a una muestra por conveniencia de 100 estudiantes pertenecientes a distintas carreras del ITESCO y se utilizó la técnica estadística de comparación de medias. Los resultados mostraron que, el nivel de competencias digitales en los emprendedores del ITESCO es moderado, lo cual no permite confirmar la hipótesis que establece un nivel alto. Se concluye que el ITESCO deberá poner en práctica acciones como la capacitación, la vinculación institucional y la revisión de sus programas de estudio para promover el desarrollo de competencias digitales para el emprendimiento en su comunidad estudiantil, puesto que, el fomentar la cultura emprendedora en las Instituciones de Educación Superior (IES)

da paso a la innovación, a la generación de empleos y al fortalecimiento de la economía de un país.

Palabras clave: Empleabilidad, Emprendimiento Digital, Educación Superior, Innovación.

ABSTRACT

For entrepreneurs, mastering technological tools is essential to seize market opportunities and optimize their processes, but above all, it is a means of self-employment. The objective of this research was to analyze the level of digital skills among entrepreneurs in the student community of the Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos (ITESCO) to propose institutional strategies that foster and promote the development of these skills in the context of higher education.

The study was quantitative, descriptive-comparative in scope, and non-experimental-transsectional in design. Data were collected using a questionnaire validated using Cronbach's alpha from a convenience sample of 100 students from different ITESCO programs, and the statistical technique of comparing means was used. The results showed that the level of digital skills among ITESCO entrepreneurs is moderate, which does not confirm the hypothesis of a high level. It is concluded that ITESCO should implement actions such as training, institutional outreach, and a review of its curricula to promote the development of digital skills for entrepreneurship among its student body. Fostering an entrepreneurial culture in higher education institutions (HEIs) paves the way for innovation, job creation, and a strengthening of a country's economy.

Keywords: Employability, Digital Entrepreneurship, Higher Education, Innovation.

1. INTRODUCCIÓN

Las competencias digitales se han convertido en un factor esencial para el éxito y crecimiento de los emprendimientos. No obstante, en el ámbito de la educación superior, donde muchos emprendedores dan sus primeros pasos en el mundo de los negocios, el grado de dominio de estas competencias no está completamente desarrollado. Cabe mencionar que las carreras profesionales a las que más se les dota de conocimiento para hacer negocio son las que pertenecen al área económico-administrativa, sin embargo, siguen existiendo vacíos.

Para el caso de las carreras que se ofrecen en el ITESCO, se requiere que en todas ellas se imparta formación en habilidades emprendedoras, ya que los alumnos desarrollan proyectos de innovación tecnológica que pueden ser comercializables. Muchos estudiantes han emprendido sus proyectos, pero algunos desisten en el camino, otros no se animan, cuando deberían de visualizar la opción de montar un negocio como un área de oportunidad para generar recursos propios poniendo en práctica sus conocimientos académicos, aunque implique desafíos.

En el ITESCO se imparte para todas las carreras una asignatura complementaria denominada Talento Emprendedor, esta asignatura ha tenido el objetivo de dotar a los estudiantes de las herramientas necesarias para emprender un negocio, sin embargo, aún falta promover las habilidades emprendedoras en entornos digitales.

De acuerdo con el contexto anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles es el nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO?

1.1. Objetivo

Analizar el nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO para proponer estrategias institucionales que fomenten y promuevan el desarrollo de estas habilidades en el contexto de la educación superior.

1.2. Hipótesis

H1: El nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO es alto.

Ho: El nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO es bajo.

2. MARCO CONCEPTUAL

Chiriboga-Mendoza et al. (2021) conceptualizan el emprendimiento como todo aquel negocio que intenta sumarse a un mercado preestablecido o totalmente nuevo, haciéndolo de maneras distintas que varían tanto por la creatividad de los emprendedores como de las herramientas a disposición. Scagliusi (2023) define la competencia digital como el uso crítico, responsable y creativo de las tecnologías. “El emprendimiento digital puede ser entendido como un proceso de oportunidades, capacidades, innovaciones y responsabilidades asociadas con el desarrollo de nuevas empresas” (Burgos-Guevara, 2024, p. 102).

2.1. Marco Europeo de Competencias Digitales

El Marco Europeo de Competencias Digitales para la Ciudadanía también denominado DigComp (Carretero et al., 2017), representa un recurso clave para los emprendedores, ya que les proporciona habilidades digitales básicas para desenvolverse en un entorno cada vez más digitalizado, identifica cinco áreas de competencia, las cuales son: 1. Información y alfabetización informacional, 2. Comunicación y colaboración, 3. Creación de contenidos digitales. 4. Seguridad y 5. Resolución de problemas.

2.2. Modelo EmDigital

El Modelo EmDigital es una propuesta desarrollada en la Universidad de Murcia España, que ofrece una estructura integral para el desarrollo de competencias de emprendimiento digital en estudiantes universitarios, combinando habilidades técnicas y emprendedoras en el entorno digital. El modelo se encuentra estructurado en cuatro dimensiones, 15 subcompetencias y 45 indicadores competenciales, que proporcionan una guía detallada para el desarrollo del emprendimiento digital en los universitarios (García-Tudela et al., 2021). Las dimensiones y subcompetencias del modelo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Dimensiones y subcompetencias del modelo EmDigital

Dimensión	Subcompetencias
1. Identificación de oportunidades	C1. Búsqueda y análisis de la información C2. Creatividad e innovación C3. Prospección
2. Planificación de la acción	C4. Orientación al logro C5. Liderazgo C6. Planificación y gestión de la identidad digital
3. Implementación y colaboración	C7. Iniciativa C8. Comunicación y colaboración C9. Creación de valor digital C10. Responsabilidad y compromiso
4. Gestión y seguridad	C.11. Aprender de la experiencia C12. Resolución de problemas C13. Planificación y organización C.14 Visión “tecno-ética” C.15 Motivación y constancia

Nota: Modelo EmDigital de la Universidad de Murcia España.

2.3. Competencias Digitales para el Emprendimiento en la Educación Superior

La práctica del emprendimiento es muy baja en estudiantes de nivel superior, puesto que la mayor parte, cree que trabajará como asalariado una vez que finalice los estudios. Crear la cultura del emprendimiento y, más aún, de la empleabilidad temprana en las IES, es un proceso que toma tiempo y exige la implementación de estrategias integrales que favorezcan la inmersión de todos los actores y unidades de la comunidad como son directivos, docentes y estudiantes (Burgos-Guevara, 2024).

Las acciones que se emprendan en los escenarios de educación superior también deben apuntar a transformar la cultura del miedo al fracaso, a través de la capacitación de las personas para que pueda asumir riesgos, liderar procesos, crecer a partir del análisis de las externalidades de la región o del país (Méndez-Mantuano et al., 2023).

La Universidad de Deusto en su Campus de San Sebastián (España), ha instaurado el programa de Especialización y Emprendimiento llamado iNNoVaNDiS que desarrolla y promueve el comportamiento emprendedor entre los estudiantes de dicho campus, trabajando en conocimientos, habilidades, actitudes, valores y emociones relacionadas con el mismo y que continuamente se evalúa con los egresados que trabajan en distintos países, sectores y puestos que permiten identificar cuáles de las competencias que se trabajan en el programa son las más valoradas por el mercado de trabajo (Ibáñez-Romero & Zabala-Iturriagoitia, 2018).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio estuvo enmarcado en el enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-comparativo y de diseño no experimental-transeccional. El instrumento de investigación utilizado fue un cuestionario tipo Likert, previamente validado mediante alfa de Cronbach que arrojó un valor de 0.950; estuvo conformado por dieciséis ítems de preguntas cerradas, que involucraron cuatro dimensiones: 1. Uso de herramientas digitales básicas, 2. Marketing digital y comercio electrónico, 3. Seguridad digital y gestión de información y 4: Constitución legal y plataformas institucionales. Posteriormente dicho cuestionario fue aplicado a una muestra por conveniencia de 100 estudiantes pertenecientes a distintas carreras del ITESCO. Cabe mencionar que la muestra por conveniencia es aquella selección no probabilística en la que los elementos que la conforman se eligen por su accesibilidad y disposición para participar en el estudio (Hernández Sampieri et al., 2010).

Los datos fueron procesados a través de hoja de cálculo y se utilizó la técnica estadística de comparación de medias, para que de esta manera se pudieran reunir las evidencias necesarias que dieran paso a la confirmación o no aceptación de la hipótesis.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 100 alumnos encuestados, el 40% manifestó tener un emprendimiento en marcha, sobre estos últimos se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Promedio de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO

Dimensión	Promedio	Interpretación del nivel
1. Uso de herramientas digitales básicas	3.63	Medio-alto
2. Marketing digital y comercio electrónico	3.69	Medio-alto
3. Seguridad digital y gestión de información	3.51	Medio

4. Constitución legal y plataformas institucionales	3.26	Bajo-medio
Promedio general	3.52	Medio

Nota: Escala de 1 a 5; 3 es nivel neutral, 4 indica dominio aceptable.

La escala utilizada de Likert comprende valores del 1 al 5. Un valor de 3 indica una postura intermedia o neutral sin inclinación clara, mientras que el nivel 4 refleja que el encuestado manifiesta cierto dominio en el tema.

El análisis de comparación de medias realizado sobre cuatro dimensiones del cuestionario arrojó un promedio general de 3.52. Las dimensiones con puntuaciones más altas fueron Uso de herramientas digitales básicas con 3.63 y Marketing digital y comercio electrónico con 3.69, indicando niveles de competencia moderadamente altos. En contraste, las dimensiones de Seguridad digital y gestión de información con 3.51 y Constitución legal y plataformas institucionales con 3.26, reflejan áreas de menor dominio dentro de la comunidad estudiantil emprendedora del ITESCO.

Dado que el promedio obtenido fue de 3.52, y se encuentra en un rango más cercano al punto neutral que al máximo de la escala 5, no se puede aceptar la hipótesis H1 sin mayor evidencia estadística. No se alcanza el nivel considerado como alto (4.0 en adelante), por lo tanto, se rechaza H1 y no se descarta Ho.

El nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO puede considerarse como moderado, con fortalezas en áreas como herramientas básicas y marketing, pero con debilidades en seguridad digital y aspectos legales.

5. CONCLUSIONES

Los resultados indican que el nivel de competencias digitales en los emprendedores de la comunidad estudiantil del ITESCO es moderado, lo cual no permite confirmar la hipótesis que postula un nivel alto. Se identifican fortalezas en el uso operativo de herramientas digitales y estrategias de marketing, mientras que se requiere reforzar el conocimiento sobre aspectos legales y de seguridad digital.

Se recomienda que el ITESCO pueda impartir a sus estudiantes talleres sobre registro de marca, constitución legal de negocios y uso de plataformas como la del Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) y del Servicio de Administración tributaria (SAT), así mismo se brinde capacitación en protección de datos, gestión documental y buenas prácticas en redes sociales. Lo anterior sin dejar de reforzar los temas de herramientas y marketing digital.

Es importante la vinculación que el ITESCO pueda llevar a cabo con organismos de gobierno y cámaras empresariales que puedan brindar asesoría y capacitación en materia de negocios; así como invitar a emprendedores locales que puedan compartir sus experiencias.

El ITESCO está en la posibilidad de hacer la propuesta al Sistema del Tecnológico Nacional de México (TecNM) de incorporar de forma transversal estrategias para el desarrollo de competencias digitales orientadas al emprendimiento, esto, dentro de los programas educativos que se imparten, puesto que, el fomentar la cultura emprendedora en las IES, da paso a la innovación, a la generación de empleos y al fortalecimiento de la economía de un país.

REFERENCIAS

Burgos-Guevara, L. D. (2024). Actitudes hacia el emprendimiento digital de los estudiantes y docentes del programa de Comunicación Social de la Universidad de Boyacá (pp. 95-112). boyaca. <https://doi.org/10.24267/9789585120518.4>

- Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía. Oficina de publicaciones de la Unión Europea. <https://www.aupex.org/centrodocumentacion/pub/DigCompEs.pdf>
- Chiriboga-Mendoza, F., Zambrano-Roldán, K. E., Balseca-Macías, P., Roldán-Zambrano, R. F., Moreira-Choez, J., & Menéndez-Cevallos, L. O. (2021). Economía Digital y Marketing para la empresa—Emprendimiento. Editorial Internacional Runaiki, 1-293. <https://doi.org/10.46296/runaiki-economia-digital-2021>
- García-Tudela, P. A., González-Calatayud, V., & Prendes-Espinosa, M. P. (2021). EL EMPRENDIMIENTO DIGITAL COMO COMPETENCIA PARA LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS (pp. 2207-2216). Dykinson. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2gz3t39.185>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación (5a ed). McGraw-Hill.
- Ibáñez-Romero, A., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2018). Competencia Emprendedora: La Experiencia de iNNoVaNDiS. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 12(2), 132-156. <https://doi.org/10.19083/ridu.2018.650>
- Méndez-Mantuano, M. O., Jiménez, K. X. B., Rosado, Á. R. H., Fiallo, S. F. A., & Robles, D. V. A. (2023). Cultura de emprendimiento en los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre. South Florida Journal of Development, 4(2), 811-834. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n2-016>
- Scagliusi, M. V. F. (2023). Competencias digitales clave en el emprendimiento juvenil: Una revisión sistemática de los últimos 6 años. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, 28-44. <https://doi.org/10.6018/riite.565401>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-17>

ECOSISTEMA DEL CONOCIMIENTO VITIVINÍCOLA EN MENDOZA ARGENTINA

Sánchez Mantica, Damián Gabriel

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo

Mendoza, Argentina

dsanchezmantica@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2573-7311>

RESUMEN

El presente trabajo se sumerge en el complejo entramado de la sociedad del conocimiento y su interacción con la ciencia, la tecnología, la innovación y la educación con un enfoque particular en la región de Mendoza, Argentina. La sociedad contemporánea se ve inmersa en un constante flujo de información, impulsado por la globalización cultural y económica, donde la tecnología y la comunicación desempeñan roles fundamentales. En este escenario, la capacidad de transformar el conocimiento en herramientas para el beneficio propio se erige como un pilar central. La investigación utilizó un enfoque exploratorio y documental, empleando fuentes estadísticas, documentos sectoriales y casos destacados de cooperación. El análisis evidencia fortalezas en la capacidad investigativa, capital humano y estructura científica, pero también debilidades como la fragmentación institucional, asimetrías de acceso y limitada apropiación de innovaciones. Se describen amenazas externas de índole financiera y regulatoria, junto con oportunidades en internacionalización y sostenibilidad. Los resultados evidencian una aparente ausencia de mecanismos efectivos de vinculación entre el sector científico-académico y la industria vitivinícola en Mendoza. Se subraya la necesidad de superar las barreras existentes para lograr una colaboración más efectiva y mutuamente beneficiosa entre la academia y la industria mendocina. En respuesta a esta carencia, se propone la instauración de un Hub Vitivinícola como una herramienta para impulsar la transferencia tecnológica y mejorar la colaboración entre estos sectores.

Palabras clave: conocimiento, ecosistema, Mendoza, transferencia tecnológica, vitivinicultura.

ABSTRACT

This paper delves into the complex fabric of the knowledge society and its interaction with science, technology, innovation, and education, with a particular focus on the Mendoza region, Argentina. Contemporary society is immersed in a constant flow of information, driven by cultural and economic globalization, where technology and communication play fundamental roles. In this context, the ability to transform knowledge into tools for individual and collective benefit emerges as a central pillar. The research employed an exploratory and documentary approach, using statistical sources, sectoral documents, and notable cases of cooperation. The analysis reveals strengths in research capacity, human capital, and scientific infrastructure, but also highlights weaknesses such as institutional fragmentation, unequal access, and limited appropriation of innovations. External threats of a financial and regulatory nature are identified, along with opportunities in internationalization and sustainability. The findings show an apparent lack of effective mechanisms for linkage between the scientific-academic sector and the wine industry in Mendoza. The need to overcome existing barriers to achieve more effective and mutually beneficial collaboration between academia and the Mendoza wine industry is underscored. In response to this gap, the establishment of a Wine Hub is proposed as a tool to promote technology transfer and enhance collaboration between these sectors.

Keywords: ecosystem, knowledge, Mendoza, technological transfer, viticulture.

1. INTRODUCCIÓN

La vitivinicultura argentina se distingue por su calidad y prestigio internacional. No obstante, los constantes avances tecnológicos y las exigencias del mercado desafían los procesos tradicionales, exigiendo nuevas y más eficientes formas de producción. En este contexto, resulta imprescindible una alta sinergia entre el sector científico académico y el industrial, el primero como fuente de conocimiento e innovación y el segundo como espacio de aplicabilidad y expansión de dichos conocimientos transferibles.

En el ámbito de la vitivinicultura en la provincia de Mendoza, se identifica un amplio abanico de instituciones públicas y privadas dedicadas al desarrollo científico, tecnológico y educativo en este sector. Diversas instituciones desempeñan roles destacados en la investigación y la transferencia de tecnología, contribuyendo significativamente al avance de la vitivinicultura en la región. La vinculación entre la academia, la industria y el sector público se presenta como un factor determinante para el crecimiento y la innovación en este campo.

En este contexto, se evidencia la importancia de fortalecer la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la generación y aplicación del conocimiento, promoviendo la innovación, el desarrollo sostenible y la inclusión de las diversas entidades de la provincia de Mendoza en su conjunto.

Los objetivos del trabajo fueron caracterizar los actores y flujos de saberes en el territorio, y relevar oportunidades y desafíos en la gestión sectorial.

2. MARCO CONCEPTUAL

El conocimiento es un activo fundamental para el desarrollo y la innovación en las organizaciones. En el contexto actual, caracterizado por cambios acelerados y una creciente competencia, la capacidad de gestionar y aprovechar el conocimiento se ha convertido en un factor crítico para el éxito. La gestión del conocimiento se refiere al conjunto de procesos y prácticas que buscan identificar, capturar, estructurar, compartir y utilizar el conocimiento de manera efectiva en una organización. En este sentido, resulta esencial comprender cómo el conocimiento influye en la generación de valor, la toma de decisiones, la innovación y el desarrollo organizacional (Sanchez Mantica, 2024).

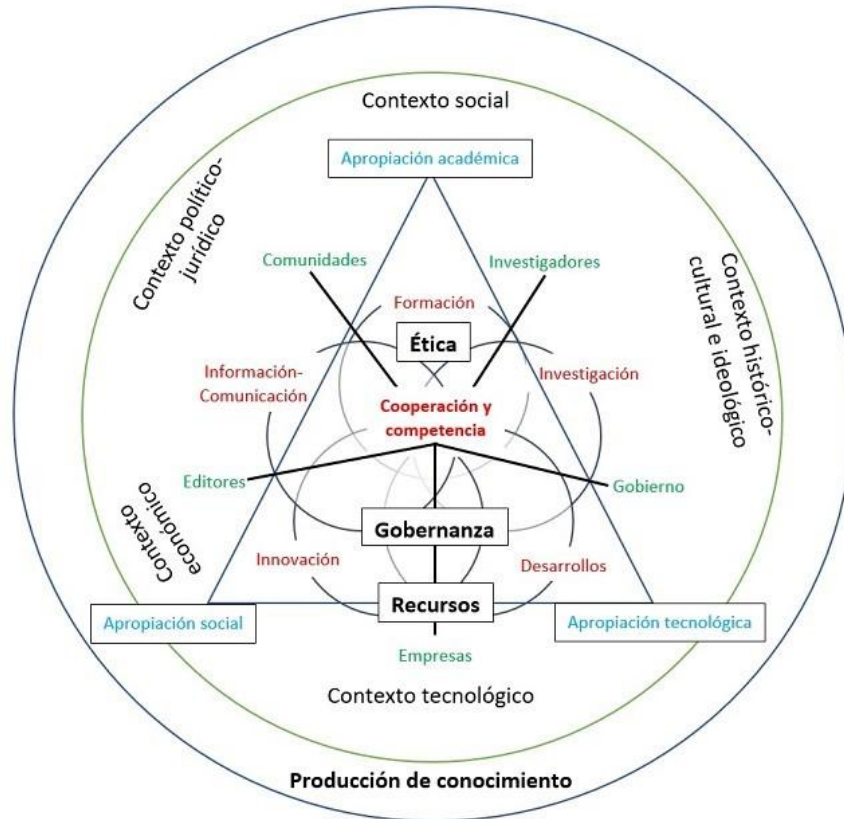
Conocer el ecosistema del conocimiento (figura 1) de un entorno en específico se ha convertido en un interés imperante en la sociedad actual, donde el conocimiento es considerado una clave activa para la sostenibilidad de las organizaciones. La gestión del conocimiento, en sus diferentes niveles (individual, organizacional, sectorial y de la sociedad en general), se ha vuelto esencial para la generación de innovaciones y el éxito de cualquier tipo de organización (Anadón & Agudo, 2011).

En un sistema de innovación normalmente se hace foco en los vínculos y los procesos que se dan entre los diversos actores que participan de la dinámica de la innovación, a partir de la interacción y el intercambio de conocimiento, de recursos humanos y financieros; todo esto, desembocando en un importante y complejo proceso de aprendizaje que resulta en nuevas técnicas, y nuevas formas de organización de los mercados dentro de una geografía dada (Palma, Masera, & Echegaray, 2015). Dicho aprendizaje se entiende como un proceso colectivo conformado por la estructura de producción existente, las organizaciones y las instituciones (Cooke, 2001) y no como un modelo que se difunde unilateralmente entre el creador y la empresa, y por lo tanto, la innovación debe ser estudiada como un proceso interactivo de

aprendizaje, que se desarrolla entre las empresas y su entorno (Asheim & Isaksen, 2001). Estos procesos han sido comprendidos bajo los modelos de la triple y cuádruple hélice.

Figura 1

Representación del ecosistema del conocimiento



Nota: Extraído de López-López (2019).

En el entorno de la cuádruple hélice, donde la colaboración entre academia, estado, sector productivo y sociedad civil es esencial, se evidencian roles y funciones distintivas. La academia, además de su función tradicional de educación e investigación, se transforma en un centro de emprendimiento y convergencia entre diferentes actores, desempeñando un papel vital en la generación de conocimiento aplicado a la innovación y desarrollo económico. Por otro lado, el Estado, actúa como un actor clave en la definición y ejecución de planes y políticas públicas, adaptando su papel según las etapas de la innovación. El sector productivo, entendido como el sistema económico, juega un papel destacado en tomar el conocimiento generado por la academia y aplicarlo en diversas innovaciones, involucrando activamente a los usuarios en este proceso. En este contexto, la sociedad civil, integrada por diversos valores y estilos de vida, se posiciona como un componente crucial del sistema de innovación, aplicando el conocimiento en la vida cotidiana y participando en la construcción del mismo (Silva *et al.*, 2021).

En este marco, los hubs de innovación surgen como espacios articuladores entre ciencia, tecnología y producción, cuya finalidad es facilitar la transferencia de conocimiento y la generación de soluciones aplicadas. Estas plataformas permiten congregarse a diversos actores —académicos, estatales, productivos y sociales— bajo esquemas de trabajo colaborativo, orientados a potenciar las capacidades territoriales en I+D+i. Los hubs constituyen así un modelo operativo que refuerza los principios de la cuádruple hélice, aportando infraestructura,

gobernanza y mecanismos institucionales para traducir el conocimiento en innovación concreta, especialmente en sectores estratégicos como la vitivinicultura.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada es de tipo cualitativo-exploratorio, basada en el análisis documental y revisión sistemática de literatura, informes técnicos e información estadística sectorial. El acercamiento metodológico incorpora datos de organismos públicos y privados, así como estudios de casos destacados en vinculación y transferencia tecnológica en Mendoza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversos actores desempeñan un papel fundamental en el desarrollo regional, contribuyendo a mejorar las prácticas vitivinícolas, fomentar la innovación tecnológica, formar recursos humanos especializados y promover una producción sostenible. La articulación entre estos actores fortalece la cadena productiva —que abarca más de 800 establecimientos—, mejora la competitividad sectorial y promueve el crecimiento económico regional e internacional.

No obstante, se evidencia una aparente carencia de mecanismos efectivos de vinculación entre los sectores mencionados. Las principales líneas de investigación se basan en temas de interés académico o en aquellos abordables pese a limitaciones, principalmente presupuestarias, aunque dichas líneas no siempre coinciden con las necesidades reales de la industria, siendo este último un potencial socio clave en los procesos de innovación e investigación inter académica e industrial (tabla 1).

Paralelamente, los mecanismos de transferencia de conocimientos desde el sector científico hacia la industria son poco visibles, y las estrategias de cooperación emergen desde las necesidades del sector vitivinícola y aspiran lograr un intercambio con las instituciones de ciencia de la región, aunque los resultados de estos como proyectos de I+D son aparentemente, desconocidos por la comunidad regional.

Tabla 1
Análisis FODA del ecosistema vitivinícola mendocino

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
- Concentración de instituciones de I+D y formación de excelencia.	- Potencial para la internacionalización de la investigación y los productos.	- Brechas de vinculación efectiva academia-industria.	- Reducción de la inversión pública y privada en ciencia y tecnología.
- Capital humano altamente calificado en vitivinicultura y tecnología.	- Acceso a nuevas fuentes de financiamiento y colaboraciones globales.	- Limitada apropiación y difusión local de innovaciones científicas.	- Volatilidad de los mercados internacionales y barreras arancelarias.
- Abundancia de capitales y empresas vitivinícolas.	- Desarrollo de tecnologías para la adaptación al cambio climático y sostenibilidad.	- Fragmentación institucional en la gestión de la transferencia tecnológica.	- Cambios regulatorios y políticas sectoriales desfavorables.
- Tradición y reputación internacional del sector vitivinícola.	- Incremento de la demanda internacional por vinos de alta calidad.	- Disparidad de oportunidades para pequeños productores.	- Impactos negativos de eventos climáticos extremos en la producción.

Dentro de los componentes claves y características de la dinámica del ecosistema vitivinícola mendocino, se pueden resumir en el siguiente decario:

1. **Estructura científico-tecnológica:** el sistema se apoya en instituciones de investigación y centros tecnológicos posicionados como referentes nacionales y regionales. El CONICET Mendoza, en particular, coordina varios institutos dedicados a la biología molecular, suelo, agua y estudios aplicados al vino y la vid. El INTA y el INTI aportan investigaciones sobre cultivares, calidad, tecnología de procesos y sostenibilidad.
2. **Estructura productiva:** la industria vitivinícola de Mendoza concentra alrededor del 70% de la producción nacional, incluyendo pequeños productores, cooperativas y grandes bodegas exportadoras. Esta diversidad y escala facilitan la difusión tecnológica, aunque también generan desafíos de transferencia homogénea y apropiación del conocimiento.
3. **Estructura financiera - gubernamental:** diversas entidades gubernamentales nuclea la actividad vitivinícola; desde la regulación y control el INV encabeza a nivel nacional la actividad, respecto a espacios de promoción del sector como potencialización de la investigación dentro de los criterios y políticas del país; se distinguen las siguientes entidades: Agencia de promoción del I+D+i, COFECYT y COVIAR. A nivel nacional, los ministerios, secretarías o direcciones de Ciencia y Tecnología se erigen como entes rectores de la estructura científica y a nivel internacional la participación de entidades como el BID.
4. **Recursos humanos y estructura académica:** la presencia de programas universitarios de grado y posgrado en agronomía, enología y gestión vitivinícola contribuye a consolidar un entorno de alta capacitación, sustentado por convenios de cooperación interinstitucional y actividades de extensión. En este marco las instituciones que lideran la formación universitaria son: Facultad Don Bosco, Universidad Católica de Cuyo, Universidad Juan Agustín Maza, Universidad Nacional de Cuyo y Universidad Tecnológica Nacional.
5. **Redes y antecedentes:** se identifican redes de colaboración como la Red Interuniversitaria I+D+i Mendoza, la Cátedra UNESCO "Culturas y Tradiciones del Vino" y unidades académicas específicas enfocadas en agronomía, agroindustrias y enología, que han promovido avances en investigación colaborativa, aunque su impacto en términos de innovación adoptada por el sector productivo es todavía limitado.
6. **Producción científica y tecnológica:** Mendoza ocupa posiciones intermedias a nivel nacional en generación de publicaciones, patentes y recursos humanos dedicados a I+D, reflejando un ecosistema dinámico pero todavía con margen para mayor transferencia de resultados hacia la industria.
7. **Acciones de vinculación y redes:** en los últimos años se han multiplicado las jornadas, simposios, congresos y acuerdos interinstitucionales; Sin embargo, estos espacios tienden a focalizarse en la cooperación académica, con menor involucramiento directo de empresas en la fase inicial de los proyectos.
8. **Asimetrías y desafíos:** persisten asimetrías entre las capacidades científicas locales y las necesidades reales de la industria, así como entre grandes bodegas y pequeños productores para acceder y adoptar tecnología.
9. **Rol de la gobernanza pública:** el Estado cumple un papel dual como regulador y promotor, pero la falta de políticas de largo plazo limita la consolidación de proyectos estratégicos.
10. **Visibilidad y comunicación:** uno de los desafíos recurrentes es la baja difusión de los resultados de I+D+i fuera de los ámbitos científicos, lo cual dificulta la apropiación social y económica de los mismos.

5. CONCLUSIONES

Se resalta la necesidad de fortalecer los mecanismos de vinculación entre los actores del desarrollo científico-tecnológico regional. Se identifica una escasa sinergia entre el ámbito

académico y el industrial, con líneas de investigación que no siempre responden a las demandas concretas del sector vitivinícola. Esta brecha subraya la importancia de establecer canales eficaces de comunicación, formación mutua y colaboración, para garantizar una I+D alineada a las necesidades productivas.

Asimismo, es necesario mejorar los mecanismos de transferencia de conocimiento desde la academia hacia la industria, y viceversa. Aunque existen esfuerzos de cooperación, los resultados de proyectos de I+D parecen poco conocidos por la comunidad regional. A pesar de algunos casos exitosos, la falta de vinculación efectiva limita el aprovechamiento de los avances científicos.

En este contexto, se propone la creación de un Hub Vitivinícola que concentre actividades de I+D+i, vinculación y transferencia tecnológica, permitiendo potenciar de forma colaborativa las acciones de los distintos actores bajo una estrategia común de sinergia, transferencia y promoción.

REFERENCIAS

- Anadón, B., & Agudo, J. (2011). *El Director en los Centros de Educación Primaria. Gestión del conocimiento, gestión de competencias, liderazgo e impacto en la calidad educativa de centro: Estudio de caso de un CRA*. Universidade, Zaragoza.
- Asheim & Isaksen. (2001). Learning regions as development coalitions: Pathership as governance in European workfare states. Concepts and transformation. *International Journal of Action Research and Organizational Renewal*, 6(1), 73-101.
- Cooke, P. (2001). *Sistemas de innovación regional: conceptos, análisis y tipología*. Universidad del País Vasco.
- López-López, W. (2019). Ecosistema del conocimiento en América Latina: el acceso abierto, métricas, paradojas y contradicciones. *Universitas Psychologica*, 18 (4), 1-3. doi:<https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy18-4.ecal>
- Palma, R., Masera, G. A., & Echegaray, R. G. (2015). Innovación tecnológica y dinámica industrial en la perspectiva de Joseph Schumpeter. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 7(14), 69-85.
- Sanchez Mantica, D. G. (2024). VitiHub: Impulsando la Transferencia Tecnológica de la Vitivinicultura en Mendoza. Trabajo Final de Posgrado. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo.
- Silva, S., Villaveces, M. P., Chavarro, D., Mina, P. A., Giraldo, L., Fernández, C., . . . Meza, J. C. (2021). *Integridad científica. Bases conceptuales y metodológicas para el diseño de un sistema de integridad científica*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11761/35824>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-18>

LIDERAZGO TRANSFORMACIONAL EN JÓVENES DE CÓRDOBA: HABILIDADES, CAPACIDADES Y DIFERENCIAS DE GÉNERO

Simancas Fernández, Marlen

Universidad de la Costa
Barranquilla, Colombia
msimanca4@cuc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1461>

Valencia Santodomingo, Emma

Universidad de la Costa
Barranquilla, Colombia
evalenci7@cuc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7151-7698>

Martínez-González, Marina B

Universidad de la Costa
Barranquilla, Colombia
mmartine21@cuc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5840-6383>

Delgado Sánchez, Flor

Universidad Pontificia Bolivariana
Montería, Colombia
flor.delgado@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2303-6722>

RESUMEN

Introducción. El liderazgo juvenil femenino constituye un factor clave en la movilización de comunidades hacia objetivos colectivos, especialmente en contextos comunitarios. El objetivo del estudio fue describir las diferencias entre líderes y lideresas juveniles del departamento de córdoba, en cuanto a las dimensiones del liderazgo transformacional, habilidades sociales y estrategias de afrontamiento. **Método.** Se utilizó un diseño cuantitativo, transversal y comparativo, con la participación de 323 líderes juveniles (129 hombres y 194 mujeres), con una edad promedio de 18,27 años. Los instrumentos aplicados incluyeron un cuestionario sociodemográfico, la Escala de Liderazgo Transformacional de Rafferty y Griffin, la Lista de Chequeo de Habilidades Sociales de Goldstein y la Escala de Estrategias de Coping Modificada (EEC-M) de Chorot y Sandín. Tras comprobar la normalidad de los datos, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para comparar según sexo. **Resultados.** Los hallazgos mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en cuatro dimensiones y en el puntaje total de liderazgo transformacional, con mayores valores en mujeres, excepto en la dimensión de estimulación intelectual. No se observaron diferencias por sexo en habilidades sociales y en cuanto a las estrategias de afrontamiento, las mujeres tendieron a utilizar más la búsqueda de apoyo social y la religión, mientras que los hombres reportaron un mayor uso de la expresión de dificultad y la autonomía. **Conclusión.** Aunque las lideresas presentan rasgos más marcados de liderazgo

transformacional, las diferencias en habilidades sociales y afrontamiento son menos pronunciadas.

Palabras clave: Liderazgo transformacional, liderazgo femenino, liderazgo juvenil, habilidades sociales, estrategias de afrontamiento.

ABSTRACT

Introduction. Female youth leadership plays a key role in mobilizing communities toward collective goals, particularly in community-based settings. The objective of this study was to describe the differences between male and female youth leaders in the department of Córdoba, Colombia, regarding dimensions of transformational leadership, social skills, and coping strategies. **Method.** A quantitative, cross-sectional, and comparative research design was employed, involving 323 youth leaders (129 males and 194 females) with a mean age of 18.27 years. The instruments administered included a sociodemographic questionnaire, the Transformational Leadership Scale by Rafferty and Griffin, Goldstein's Social Skills Checklist, and the Modified Coping Strategies Scale by Chorot and Sandín. After verifying data normality, the Mann-Whitney U test was applied to assess sex-based differences. **Results.** Statistically significant differences ($p \leq 0.05$) were found in four of the transformational leadership dimensions as well as in the overall score, with women scoring higher, except in the intellectual stimulation dimension. No significant sex differences were observed in social skills. However, differences emerged in coping strategies: females more frequently employed social support seeking and religious coping, while males reported greater use of emotional expression and autonomy-oriented strategies. **Conclusion.** Although young women leaders exhibit stronger transformational leadership traits compared to their male counterparts, the differences in social skills and coping strategies are less marked.

Keywords: Transformational leadership, female leadership, youth leadership, social skills, coping strategies.

1. INTRODUCCIÓN

El liderazgo es un concepto en constante debate, pero de manifestación universal, ya que la figura del líder se encuentra en todas las comunidades humanas y épocas (Navia et al., 2019). Se ha definido como el arte de resolver problemas relevantes en grupos sociales (Riquelme et al., 2020) y organizaciones (Díaz & Silva, 2023), mediante la armonización de sus miembros.

Históricamente, se ha asociado al género masculino, vinculado a rasgos instrumentales como competitividad, control, autoridad y orientación a la tarea, tradicionalmente atribuidos a los hombres. En contraste, las mujeres han sido caracterizadas por cualidades expresivas y comunales, consideradas inapropiadas para roles directivos. Estos estereotipos aún influyen en culturas tradicionales, reforzando sesgos que restringen su acceso a posiciones de liderazgo, promoción y selección (Winfrey & Schnoebelen, 2019). Incluso hoy, las lideresas enfrentan juicios derivados de los múltiples roles culturales que deben asumir (García-Beaudoux et al., 2023).

La literatura reciente resalta la singularidad del liderazgo femenino. Las mujeres líderes suelen erigirse como voces frente a problemáticas comunitarias desde perspectivas culturales (Cardona & Mazo, 2022), y su estilo se caracteriza por un empoderamiento basado en la ética y el cuidado (Carrasco & Barraza, 2021). La formación en liderazgo constituye para muchas una oportunidad de crecimiento personal y social (Escobar et al., 2019), que asumen con compromiso en espacios de participación (Olivares, 2019). Estos hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer la formación de lideresas como propósito social, particularmente en la juventud, sector estratégico para la construcción de futuros agentes políticos, sociales y empresariales (Gutiérrez & Ramírez, 2021; Cardona & Mazo, 2022).

En este contexto, el estudio se planteó responder: ¿cuáles son las diferencias en liderazgo transformacional, habilidades sociales y estrategias de afrontamiento entre jóvenes líderes hombres y mujeres? La pertinencia de esta pregunta radica en su alineación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 5, orientado a “lograr la igualdad entre géneros y empoderar a las mujeres y niñas” (ONU Mujeres, 2017, párr. 1). Identificar diferencias actuales permite visibilizar desigualdades persistentes en el liderazgo juvenil.

El objetivo general fue describir tales diferencias entre líderes y lideresas juveniles del departamento de Córdoba, anticipando brechas limitadas, dada la implementación de políticas recientes contra la discriminación y la promoción normativa del ODS 5.

2. MARCO CONCEPTUAL

El liderazgo transformacional se configura como una relación bidireccional en la que líder y seguidores se influyen mutuamente (Bass & Avolio, 1990). Este estilo promueve inspiración, motivación e innovación en todos los niveles (Geraldo et al., 2020), estimulando el desarrollo individual y colectivo, así como un compromiso moral superior (Restrepo, 2021). Sus cuatro dimensiones (influencia idealizada, inspiración motivacional, estimulación intelectual y consideración individualizada), lo convierten en un modelo orientado al crecimiento integral (Bass & Riggio, 2006). Dicha perspectiva comparte afinidades con el liderazgo femenino, especialmente en la empatía y la construcción de vínculos (Carrasco & Barraza, 2021).

El liderazgo femenino, concebido como una práctica que empodera, resuelve conflictos y fortalece la cooperación, se erige en un mecanismo de cohesión social (Blackmore, 2006, como se citó en Carrasco & Barraza, 2021). Su ejercicio fomenta confianza, inclusión y trabajo en equipo (Carrasco & Barraza, 2021), consolidando estructuras más democráticas y diversas (Melo Sánchez et al., 2023).

Por su parte, el liderazgo juvenil remite a la capacidad de convocar, motivar y generar soluciones comunitarias (Barba et al., 2020). Este proceso impulsa la acción colectiva, otorga protagonismo educativo y favorece la construcción de tejido social mediante prácticas transformadoras y participativas (Cevallos et al., 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño. Estudio cuantitativo, no experimental, descriptivo, comparativo y transversal (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Participantes. Muestra no probabilística por conveniencia de 323 líderes juveniles (129 hombres y 194 mujeres) entre 14 y 28 años ($M = 18,27$), pertenecientes a grupos juveniles, plataformas y consejos de juventud de Ayapel, Cereté, Loricá, Montería y Sahagún (Córdoba).

Instrumentos. Cuestionario sociodemográfico; Escala de Liderazgo Transformacional (Rafferty & Griffin, 2004); Lista de Chequeo de Habilidades Sociales (Goldstein, 1980); y Escala de Estrategias de Coping Modificada (Chorot & Sandín, 1993), validada en Colombia (Londoño et al., 2006).

Análisis de datos. Tras verificar la normalidad con Kolmogorov-Smirnov y al tratarse de datos no paramétricos, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se identificaron diferencias significativas por sexo en cuatro dimensiones del liderazgo transformacional de visión, comunicación inspiradora, liderazgo de apoyo y reconocimiento personal y en la puntuación total ($p \leq 0,05$). Las mujeres obtuvieron promedios más altos, lo que sugiere una mayor manifestación de liderazgo transformacional en las lideresas. En habilidades sociales no se observaron diferencias significativas: ambos grupos emplean conductas que favorecen la interacción respetuosa y el trabajo colectivo.

Respecto a las estrategias de afrontamiento, se hallaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Las mujeres reportaron mayor uso de apoyo social y religiosidad, mientras que los hombres tendieron a compartir dificultades y enfrentar las situaciones de forma autónoma.

Tabla 1

Diferencias en liderazgo transformacional, habilidades sociales y estrategias de afrontamiento según el sexo

Dimensiones	Hombre/Mujer	Rango promedio	z	p
Liderazgo transformacional				
Visión		149,27	-2,017	-,044
		170,47		
Comunicación inspirada		144,83	-2,723	,006
		173,41		
Estimulación intelectual		150,34	-1,843	,065
		169,75		
Liderazgo de apoyo		139,42	-3,580	,000
		177,01		
Reconocimiento personal		139,95	-3,523	,000
		176,66		
Total liderazgo transformacional		139,28	-3,589	,000
		177,11		
Habilidades sociales				
Primeras habilidades sociales		152,93	-1,427	,154
		168,03		
Habilidades sociales avanzadas		150,74	-1,775	,076
		169,49		
Habilidades relacionadas con los sentimientos		149,73	-1,930	,054
		170,16		
Habilidades alternativas a la agresión		156,29	-,898	,369
		165,80		
Habilidades para hacer frente a estrés		153,98	-1,261	,207
		167,34		
Habilidades de planificación		155,00	-1,101	,271
		166,66		

Total habilidades sociales	151,38	-1,668	,095
Mujer	169,06		
Estrategias de afrontamiento			
Solución de problemas	153,70	-1,303	,192
	167,52		
Búsqueda de apoyo social	143,70	-2,875	,004
	174,17		
Espera	172,79	-1,69	,090
	154,82		
Religión	144,15	-2,804	,005
	173,87		
Evitación emocional	173,56	-1,816	,069
	154,31		
Búsqueda de apoyo profesional	165,14	-,494	,622
	159,91		
Reacción agresiva	157,76	-,667	,505
	164,82		
Evitación cognitiva	164,03	-,319	,750
	160,65		
Reevaluación positiva	169,40	-1,163	,245
	157,08		
Expresión de la dificultad de afrontamiento	178,79	-2,648	,008
	150,83		
Negación	173,09	-1,749	,080
	154,62		
Autonomía	183,60	-3,418	,001
	147,64		

Nota. z=valor z, p=significancia bilateral

Estos hallazgos refuerzan la evidencia de que las mujeres manifiestan mayor afinidad con estilos transformacionales. Estudios previos, como el metaanálisis de Eagly et al. (2020) y la revisión de Attaallah (2024), confirman esta tendencia, destacando que las líderes son percibidas como más orientadas al apoyo y la motivación (Attaallah, 2024). En contraste, los hombres privilegian un estilo más transaccional (Alharthi, 2024).

En cuanto al afrontamiento, los resultados coinciden con Ahmad y Jafree (2023) quienes sostienen que las mujeres suelen recurrir a redes sociales y creencias religiosas para gestionar el estrés. Los hombres, en cambio, emplean estrategias más independientes, lo que se alinea con el consenso teórico que distingue un afrontamiento femenino orientado a la emoción y uno masculino enfocado en la resolución de problemas (Graves et al., 2021).

5. CONCLUSIONES

Las líderes muestran un liderazgo transformacional más marcado que los hombres. En afrontamiento, las mujeres recurren con mayor frecuencia al apoyo social y la espiritualidad,

mientras que los hombres prefieren autonomía y comunicación de sus problemas. En habilidades sociales no se identificaron diferencias significativas entre ambos sexos.

REFERENCIAS

- Ahmad, S., & Jafree, S. R. (2023). Influence of gender identity on the adoption of religious-spiritual, preventive and emotion-focused coping strategies during the COVID-19 pandemic in Pakistan. *Annals of medicine*, 55(2), 2291464. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2291464>
- Alharthi, F. B. (2024). Gender differences in perceptions of leadership and their influence on motivation among faculty members of Taif University. *Frontiers in Psychology*, 15, 1476526. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1476526>
- Attaallah, H. R. (2024). Transformational and Transactional Leadership: From the Gender Lens. *Proceedings of the International Conference on Research in Business, Management and Finance*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.33422/icrbmf.v1i1.514>
- Barba, R. Á., Gutiérrez, Q. B., & Moreno, E. G. (2020). Prácticas políticas y formación ciudadana con perspectiva de género. Análisis de algunas universidades de Bucaramanga, Colombia. *Investigación & Desarrollo*, 28(1). doi: <https://doi.org/10.14482/indes.28.1.305.3>
- Bass, B. M. & Avolio, B. J. (1990). *Transformational leadership development: Manual for the multifactor leadership questionnaire*, Palo Alto. Consulting Psychologists Press.
- Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). *Transformational leadership 2nd ed.* Lawrence Erlbaum Associates
- Cardona, Q. H., & Mazo, M. O. (2022). Liderazgo cultural y modalidades de agenciamiento colectivo en la Comuna 1 de Medellín, Colombia. *Revista de Trabajo Social e intervención social*, 34. doi: <https://doi.org/10.25100/ppts.v0i34.11902>
- Carrasco, S. A., & Barraza, R. D. (2021). Una aproximación a la caracterización del liderazgo femenino: el caso de directoras escolares chilenas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 26(90), 887-910. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662021000300887&script=sci_arttext
- Cevallos, C. F., Osiàs, V. M., & Torrico, C. J. (2020). Conectar y fortalecer la comunidad desde la participación y el liderazgo juvenil: Experiencia del proyecto Esfera Jove de la Fundación Marianao. *RES, Revista de Educación Social*, 30, 303-316. https://www.eduso.net/res/wp-content/uploads/2020/06/marianao_res_30.pdf
- Chorot, P. & Sandín, B. (1993). Escala de Estrategias de Coping Revisado (EEC-R). UNED.
- Díaz, S. C., & Silva, G. H. (2023). Liderazgo global: una revisión del concepto, enfoques, competencias y retos en el contexto organizacional actual. *Clío América*, 17(34), 58-71. doi: <https://doi.org/10.21676/23897848.5578>
- Eagly, A. H., Nater, C., Miller, D. I., Kaufmann, M., & Sczesny, S. (2020). Gender stereotypes have changed: A cross-temporal meta-analysis of U.S. public opinion polls from 1946 to 2018. *American Psychologist*, 75(3), 301–315. <https://doi.org/10.1037/amp0000494>
- Escobar, A. D., Caballo, V. M., & Gradaille, P. R. (2019). Empoderamiento de mujeres líderes comunitarias: una aproximación al trabajo de campo. *CIAIQ2019*, 1, 376-381. <https://acortar.link/nq4uO7>
- García-Beaudoux, V., Berrocal-Gonzalo, S., & Adamo, O.D. (2020). Atributos de liderazgo en Instagram durante las elecciones presidenciales en Argentina. *IndexComunicación*, 10(1), 173-194. <https://doi.org/10.33732/ixc/10/01Atribu>
- Geraldo, C. L., Mera, S. A., & Rocha, P. E. (2020). Importancia de los estilos de liderazgo: un abordaje de revisión teórica. *Apuntes Universitarios*, 10(4), 156-174. doi: <https://doi.org/10.17162/au.v10i4.501>
- Goldstein, A. (1980). Lista de Chequeo de Habilidades Sociales (LCHS). Projective Way.

- Graves, B. S., Hall, M. E., Dias-Karch, C., Haischer, M. H., & Apter, C. (2021). Gender differences in perceived stress and coping among college students. *PloS one*, 16(8), e0255634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255634>
- Gutiérrez, R. L., & Ramírez, G. A. (2021). Participación política de los jóvenes del Valle del Cauca, Colombia, en la toma de decisiones públicas. *PROSPECTIVA. Revista de Trabajo Social e intervención social*, 32. doi: <https://doi.org/10.25100/prts.v0i32.10123>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C.P. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana
- Londoño, N.H., Henao López, G.C., Puerta, I.C., Posada, Sara, A.D., & Aguirre-Acevedo, D.C. (2006). Propiedades psicométricas y validación de la escala de estrategias de coping modificada (EEC-M) en una muestra Colombiana. *Universitas Psychologica*, 5(2), 327-350. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-92672006000200010&lng=en&tlng=es.
- Melo-Sánchez, J., Revuelta-Domínguez, F. I., Guerra-Antequera, J., & Cerezo-Pizarro, M. (2023). Efectos socioeducativos de una infrarrepresentación de las mujeres en la cultura gamer. *Curriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa* (36), 61-86. DOI: <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.04>
- Navia, M. F., Mayorga, A. D., Campi, M. I., & De Lucas, C. L. (2019). Liderazgo: una habilidad gerencial fundamental en el éxito de una empresa en el siglo XXI. *RECIMUNDO*, 3(3), 1061-1084. doi: [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.1061-1084](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.1061-1084)
- Olivares, V. V. (2019). Mujeres líderes en el espacio rural: Experiencias y significados sobre liderazgo y participación comunitaria en organizaciones de mujeres [Tesis, Magister en Estudios de Género y Cultura]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176183>
- ONU Mujeres. (2017). ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas. <https://www.unwomen.org/es/news/in-focus/women-and-the-sdgs/sdg-5-gender-equality>
- Rafferty, A. E., & Griffin, M. A. (2004). Dimensions of transformational leadership: Conceptual and empirical extensions. *The Leadership Quarterly*, 15, 329–354. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1048984304000207>
- Restrepo, O. M. (2021). *El rol de las mujeres líderes en la publicidad Colombiana: revisión de 15 casos* [Trabajo de grado, Programa de comunicación publicitaria]. Universidad Autónoma de Occidente <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/7c7ecdf6-a7dc-42be-92e5-34e3c0101a8e/content>
- Riquelme, C. J., Pedraja, R. L., & Vega, M. R. (2020). El liderazgo y la gestión en la solución de problemas perversos. Una revisión de la literatura. *Formación universitaria*, 13(1), 135-144. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100135>
- Winfrey, K.L., & Schnoebelen, J.M. (2019). Running as a woman (or man): A review of research on political communicators and gender stereotypes. *Review of Communication Research*, 7, 109-138. <https://doi.org/10.12840/ISSN.2255-4165.020>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-19>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES EN EL PROCESO EDUCATIVO. CÓMO APROVECHAR LAS OPORTUNIDADES Y MITIGAR LOS RIESGOS ÉTICOS Y LEGALES

Rodríguez, Ana Rosa

Universidad Nacional de Santiago del Estero
Santiago del Estero, Argentina
anarosaunse1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4156-625X>

RESUMEN

El artículo analiza el uso de inteligencia artificial (IA) para el reconocimiento de emociones en entornos educativos, destacando su potencial para adaptar la enseñanza a las necesidades emocionales del alumnado mediante tecnologías como redes neuronales y aprendizaje automático. Estas herramientas permiten identificar emociones a través de expresiones faciales, tono de voz y comportamiento, ofreciendo retroalimentación en tiempo real que mejora el compromiso estudiantil y promueve habilidades como la empatía y la autorregulación. También se valoran sus beneficios en contextos de educación inclusiva con tecnologías asistidas. No obstante, el uso de IA emocional plantea desafíos éticos y legales, especialmente por el tratamiento de datos biométricos sensibles, lo que genera preocupaciones sobre privacidad, consentimiento y autonomía, en particular en menores de edad. La nueva Ley de Inteligencia Artificial de la Unión Europea, vigente parcialmente desde 2025, establece un marco regulador global que clasifica este tipo de IA como de “alto riesgo”, exigiendo evaluaciones de impacto, transparencia y salvaguardas como el consentimiento informado, anonimización de datos, supervisión humana y límites funcionales. El artículo adopta un enfoque cualitativo basado en análisis bibliográfico y revisión de casos emblemáticos, con el objetivo de identificar beneficios pedagógicos y riesgos asociados, contribuyendo así al debate sobre el uso ético de estas tecnologías en el ámbito educativo.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Reconocimiento de emociones. Educación. Riesgos éticos legales.

ABSTRACT

The article analyzes the use of artificial intelligence (AI) for emotion recognition in educational settings, highlighting its potential to adapt teaching to students' emotional needs through technologies such as neural networks and machine learning. These tools can identify emotions based on facial expressions, voice tone, and behavior, providing real-time feedback that enhances student engagement and fosters skills like empathy and self-regulation. Their benefits are also considered in inclusive education contexts with assistive technologies. However, the use of emotional AI raises significant ethical and legal challenges, particularly due to the processing of sensitive biometric data, which leads to concerns about privacy, consent, and autonomy, especially in minors. The new European Union Artificial Intelligence Act, partially in force since 2025, establishes a global regulatory framework that classifies this type of AI as “high-risk,” requiring impact assessments, transparency, and safeguards such as informed consent, data

anonymization, continuous human oversight, and functional limitations. The article adopts a qualitative approach based on bibliographic analysis and review of emblematic cases, aiming to identify both pedagogical benefits and associated risks, thereby contributing to the debate on the ethical use of these technologies in education.

Keywords: Artificial Intelligence. Emotion Recognition. Education. Ethical and Legal Risks.

1. Introducción

El avance acelerado de la Inteligencia Artificial (IA) ha generado transformaciones significativas en múltiples sectores sociales, entre ellos la educación. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no solo han digitalizado procesos, sino que también han redefinido los entornos formativos. En este marco, la interacción entre pedagogía y tecnología plantea tanto oportunidades como riesgos.

La IA aplicada al reconocimiento de emociones ofrece la posibilidad de personalizar la enseñanza, adaptando el proceso a las necesidades afectivas y cognitivas del estudiantado (Pagliara, 2024). Estos sistemas se apoyan en algoritmos capaces de analizar expresiones faciales, tono de voz o patrones de comportamiento, lo que abre la puerta a una educación más inclusiva y empática. Sin embargo, su implementación genera debates en torno a la privacidad, los derechos humanos, la ética digital y la equidad en el acceso.

En particular, preocupa la recolección y tratamiento de datos biométricos, considerados de carácter sensible por normativas como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD, 2016) y el reciente Reglamento de Inteligencia Artificial de la Unión Europea (RIA, 2024). Estas disposiciones enfatizan que la innovación tecnológica debe alinearse con valores como la transparencia, la dignidad humana y la no discriminación. Por ello, el presente trabajo analiza las oportunidades y desafíos que plantea el reconocimiento emocional en educación, subrayando la urgencia de marcos normativos claros y de prácticas institucionales responsables.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, exploratorio y documental. Se recurrió al análisis de bibliografía especializada, artículos científicos, informes técnicos y documentos normativos relativos a la IA, el reconocimiento emocional y la ética digital. La selección de fuentes priorizó criterios de actualidad, relevancia y rigor académico.

La información se organizó en categorías temáticas:

1. Potencialidades del reconocimiento emocional en educación.
2. Riesgos legales y éticos vinculados al tratamiento de datos sensibles.
3. Marco regulatorio vigente y emergente en Europa y América Latina.

Este método permitió identificar tanto los beneficios educativos de la IA como las tensiones derivadas de la vigilancia biométrica, los sesgos algorítmicos y la ambigüedad normativa.

3. Resultados y discusión

Oportunidades educativas

Desde la década de 1990 se investiga la detección automática de emociones a través de tres modalidades principales: reconocimiento facial, análisis del habla y enfoques multimodales que combinan ambas (Prasanthi Jazmine & Naga Prakash, 2021). En educación, estas tecnologías permiten monitorear concentración, motivación o frustración, ofreciendo a los docentes información para adaptar estrategias pedagógicas (Hadinezhad, 2024).

Herramientas como Learning ML ilustran cómo la IA puede integrarse en entornos prácticos para el desarrollo de competencias computacionales y el análisis afectivo (Rodríguez-García, 2021). De esta forma, el reconocimiento emocional podría ayudar a prevenir abandono escolar, detectar problemas de inclusión y fortalecer la empatía docente-estudiante.

Riesgos legales y éticos

El principal desafío radica en la naturaleza de los datos empleados. Los sistemas de reconocimiento emocional procesan información biométrica (rasgos faciales, huellas, voz, iris, gestos, movimientos corporales), considerada de especial protección legal. Estos datos permiten no solo inferir estados emocionales, sino también aspectos sensibles como la salud, la ideología o la orientación sexual, lo que incrementa los riesgos de discriminación y estigmatización (Castilla Delgado, 2024).

Los sesgos algorítmicos constituyen otra preocupación. Si los conjuntos de entrenamiento no son representativos de la diversidad estudiantil, se generan interpretaciones erróneas que afectan particularmente a minorías culturales o neurodiversas. Un etiquetado inadecuado de un estudiante como “desmotivado” o “ansioso” puede derivar en profecías autocumplidas y limitar su trayectoria académica.

Asimismo, el consentimiento informado resulta problemático en contextos educativos, especialmente cuando involucra a menores de edad. La vigilancia constante podría generar dinámicas de control incompatibles con la autonomía estudiantil.

Marco normativo

El RGPD europeo considera los datos biométricos como “categorías especiales”, estableciendo restricciones estrictas a su tratamiento (Parlamento Europeo, 2016). Más recientemente, el RIA (2024) prohibió el uso de sistemas de reconocimiento de emociones en ámbitos laborales y educativos, salvo excepciones justificadas. Esta decisión evidencia la sensibilidad de la materia y sienta un precedente para legislaciones en América Latina.

En este sentido, el reconocimiento de emociones plantea la pregunta de si las emociones constituyen datos personales. Si bien no se registran como tales, el hecho de que se infieran a partir de información biométrica convierte su tratamiento en una práctica altamente regulada y sujeta a estrictas garantías.

Implicancias para la educación

El potencial pedagógico del reconocimiento emocional es indudable, pero su aplicación sin salvaguardas puede derivar en vigilancia invasiva, manipulación o exclusión. El reto consiste en equilibrar innovación con protección de derechos fundamentales. La inclusión de la supervisión humana en la toma de decisiones, la auditabilidad de algoritmos y la minimización de sesgos aparecen como condiciones necesarias para un uso responsable.

4. CONCLUSION

El reconocimiento de emociones mediante IA se perfila como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, capaz de enriquecer la relación pedagógica y personalizar el aprendizaje. No obstante, también constituye una de las aplicaciones tecnológicas más sensibles por el tipo de datos que involucra y los riesgos que entraña.

Para avanzar hacia una implementación ética, resulta imprescindible adoptar buenas prácticas:

- Transparencia y consentimiento: informar con claridad a estudiantes y familias sobre la recolección y uso de datos emocionales.
- Protección de datos: aplicar protocolos de seguridad y amonificación que eviten usos indebidos.
- Minimización de sesgos: entrenar algoritmos con bases de datos diversas y representativas.
- Supervisión humana: garantizar que las decisiones críticas no dependan exclusivamente de sistemas automatizados.
- Uso responsable: establecer límites normativos que impidan aplicaciones invasivas o manipuladoras.

- Cumplimiento legal: alinear las prácticas institucionales con marcos regulatorios como el RGPD y el RIA.

En definitiva, el reconocimiento emocional en educación abre un campo fértil para innovar, pero exige un abordaje crítico que coloque la ética y los derechos humanos en el centro de la agenda educativa y tecnológica.

REFERENCIAS

- Castilla Delgado, J. M. (2024). *Ciberseguridad en Sistemas de Reconocimiento Facial y Bimetría*. Madrid: Independently published.
- Cotino Hueso, L., & Castellano Pere, S. (2024). *Tratado sobre el Reglamento de Inteligencia Artificial de la Unión Europea*. Madrid: Aranzadi, S.A.U.
- Europeo, P. (2016). Reglamento General de Protección de Datos . Union Europea.
- Europeo, P. (Junio de 2024). Ley de Inteligencia Artificial. Bruselas, Union Europea.
- HadinezhadS., G. S. (2024). *Mejorando Inclusividad Inclusión en la educación mediada por IA*. Obtenido de Explorador AIAplicaciones para DivisióngaélicoAprendices.: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-64487-0_8
- Pagliara, M. (3 de Diciembre de 2024). *La integración de la inteligencia artificial en la educación inclusiva: una revisión del alcance*. Obtenido de Multidisciplinary Digital Publishing Institute MDPI: <https://www.mdpi.com/2078-2489/15/12/774>
- Prasanthi Jazmine, K., & Naga Prakash, K. (2021). *Reconocimiento de emociones humanas a partir de imágenes de rostros: Reconocimiento y recuperación de emociones a partir de la expresión facial* . Chisináu, Moldovia: Ediciones Nuestro Conocimiento.
- Rodríguez-García, J. M. (2021). Evaluation of an Online Intervention to Teach Artificial Intelligence with LearningML to 10-16-Year-Old Students [Conference Paper]. *Actas del 52° Simposio Técnico de la ACM sobre Educación en Ciencias de la Computación* (págs. 177-183). USA evento virtual: ACM DIGITAL LIBRARY.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-20>

FACTORES ASOCIADOS A LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL EN PACIENTES POSTQUIRÚRGICOS DE LESIONES DE PLEXO BRAQUIAL EN EL HOSPITAL DOCENTE DOCTOR DARÍO CONTRERAS, SANTO DOMINGO ESTE, AGOSTO-OCTUBRE 2024

Ferreras-Alayon, Stephany

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
stephanyalayon@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5600-9353>

Ortiz Lopez, Yeilin

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
yeilinvianely@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0379-4437>

Vargas Nuñez, Yoelina

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
yoelina29@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1693-351X>

Brito Acevedo, Kervin

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
kermabriac37@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2858-171X>

RESUMEN

En la República Dominicana ocurren más de 3,000 muertes y unos 80,000 accidentes de tránsito al año, de los cuales el 70.3% involucra motocicletas, principal causa de lesiones graves como las del plexo braquial. Estas lesiones representan un desafío terapéutico por su complejidad anatómica y el impacto en la función del miembro superior, con consecuencias en la calidad de vida y desempeño laboral. Este estudio buscó identificar factores asociados a la recuperación funcional en pacientes postquirúrgicos de lesiones traumáticas del plexo braquial. Se aplicó un diseño descriptivo, prospectivo y observacional en el Hospital Docente Doctor Darío Contreras, entre agosto y octubre de 2024. Los hallazgos mostraron predominio masculino (87,5%), con mayor afectación en jóvenes de 18 a 26 años (46,9%). El 68,8% presentó lesiones en el plexo y el 31,3% en ramas terminales, principalmente en el nervio radial (66,6%). Los accidentes de motocicleta representaron el 84% de los casos. La cirugía temprana y la ausencia de comorbilidades se asociaron con mejores resultados.

Palabras clave: Accidentes de tránsito, lesiones, plexo braquial, recuperación funcional.

ABSTRACT

In the Dominican Republic, more than 3,000 deaths and approximately 80,000 traffic accidents occur annually, 56% of which involve motorcycles, the leading cause of severe injuries such as brachial plexus lesions. These injuries represent a therapeutic challenge due to their anatomical complexity and the significant impact on upper limb function, affecting patients' quality of life and work performance. This study aimed to identify factors associated with functional recovery in postsurgical patients with traumatic brachial plexus injuries. A descriptive, prospective, and observational design was conducted at the Hospital Docente Doctor Dario Contreras between August and October 2024. Findings revealed a male predominance (87.5%), with the most affected age group being 18 to 26 years (46.9%). Injuries involved the plexus in 68.8% and terminal branches in 31.3%, mainly affecting the radial nerve (66.6%). Motorcycle accidents accounted for 84% of cases. Early surgery and absence of comorbidities were associated with better motor and sensory recovery outcomes.

Keywords: Brachial plexus, injuries, traffic accidents, functional recovery.

1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones traumáticas del plexo braquial representan un importante problema de salud pública por su complejidad clínica y el alto grado de discapacidad que generan. La República Dominicana se encuentra entre los cinco países con mayor tasa de lesiones por accidentes de tránsito, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En este contexto, las motocicletas, que constituyen el 56,6% del parque vehicular nacional, convierten a sus conductores en la población más vulnerable. Estas lesiones afectan principalmente a adultos jóvenes en edad productiva (18–35 años), ocasionando pérdida de sensibilidad, fuerza y movilidad en el miembro superior, lo que impacta directamente su calidad de vida, independencia y capacidad laboral. Se estima que un 3–5% de los traumatismos de alta energía involucran el plexo braquial o nervios periféricos, con variabilidad según el contexto geográfico y socioeconómico. En la República Dominicana, aunque las cirugías reconstructivas cuentan con cobertura hospitalaria, las limitaciones económicas y la falta de cobertura adecuada en fisioterapia dificultan la rehabilitación integral. Factores adicionales como tabaquismo, consumo de sustancias psicoactivas, comorbilidades y retrasos en la cirugía influyen en los resultados funcionales. La identificación de estos factores es esencial para optimizar estrategias de tratamiento, reducir complicaciones y favorecer la reinserción social y laboral de los pacientes. Sin embargo, la evidencia nacional es escasa, lo que justifica la necesidad de investigaciones locales que orienten decisiones clínicas y de salud pública.

2. MARCO CONCEPTUAL

El plexo braquial es una estructura nerviosa formada por las raíces ventrales de C5 a T1, que proporciona la inervación motora y sensitiva del miembro superior, incluyendo el hombro, brazo, antebrazo y mano (Ramos Sánchez, 2022). Su compleja organización anatómica se divide en raíces, troncos, divisiones, cordones y ramas terminales, lo que explica la diversidad de manifestaciones clínicas ante una lesión.

Las lesiones traumáticas del plexo braquial pueden clasificarse de acuerdo con su localización en preganglionares (centrales) y postganglionares (periféricas), o según la severidad de la lesión nerviosa siguiendo las clasificaciones de Seddon y Sunderland (Yassir & López de Ramos, 2023). Estas clasificaciones son esenciales para orientar el diagnóstico, pronóstico y plan terapéutico.

En países de ingresos medios y bajos, los accidentes de motocicleta son la causa más frecuente de estas lesiones, seguidos por traumatismos en accidentes de tránsito en automóvil, heridas

por arma blanca o de fuego, y lesiones deportivas (Flores, 2015). Los varones jóvenes constituyen el grupo más afectado, debido a una mayor exposición a situaciones de riesgo y a su participación en actividades de alta velocidad o contacto (Althagafi et al., 2023).

El tiempo de intervención quirúrgica es un factor crítico para el pronóstico. Diversos autores coinciden en que realizar la cirugía dentro de los seis meses posteriores al trauma ofrece mejores resultados de reinervación y recuperación funcional, mientras que retrasos prolongados reducen significativamente las posibilidades de éxito (Siqueira et al., 2019; Kumar & Tripathi, 2017).

Otros factores asociados al pronóstico incluyen la edad, el sexo, la extensión y tipo de lesión, la presencia de comorbilidades, y el acceso a servicios de salud especializados (Bhandari & Sadhotra, 2019). La rehabilitación temprana, intensiva y prolongada, que combine ejercicios de fisioterapia, estimulación eléctrica y terapia ocupacional, es fundamental para optimizar la funcionalidad residual y prevenir complicaciones como la rigidez articular o la atrofia muscular (Villavicencio et al., 2021).

En conjunto, la comprensión de los mecanismos lesionales, factores pronósticos y estrategias de manejo permite desarrollar intervenciones quirúrgicas y de rehabilitación más efectivas, adaptadas al contexto epidemiológico y a las características de cada paciente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio cuantitativo, prospectivo, observacional y transversal en el Hospital Docente Doctor Darío Contreras, Santo Domingo Este, entre agosto y octubre de 2024. La muestra incluyó 32 pacientes postquirúrgicos por lesiones de plexo braquial, activos en consulta, que cumplieron con los criterios de inclusión. El consentimiento informado fue registrado durante la consulta, tras una evaluación previa y explicación detallada del estudio, garantizando comunicación asertiva y respeto a la dignidad del paciente.

Se aplicó un cuestionario que recopiló datos personales, presencia de seguro médico, hábitos tóxicos, patologías de base, mecanismo de lesión y tiempo entre esta y la cirugía. Para evaluar el abandono del tratamiento, se incluyeron preguntas sobre asistencia a terapias físicas, cumplimiento farmacológico y seguimiento médico. La recuperación funcional se valoró en dos áreas: sensibilidad y movimiento. Para la sensibilidad se usó la escala Mackinnon-Dellon (S0 a S4) y la prueba de discriminación de dos puntos. Para el movimiento, se aplicó la escala del British Medical Research Council (0 a 5).

Los datos fueron procesados en Excel 2021 y presentados en tablas y gráficos. Se garantizó la confidencialidad de la información, cumpliendo con principios éticos y bioéticos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 32 pacientes intervenidos quirúrgicamente por lesión traumática del plexo braquial en el Hospital Docente Dr. Darío Contreras, entre agosto y octubre de 2024. La mayoría fueron hombres (87,5%), lo que concuerda con estudios previos que atribuyen esta prevalencia a una mayor exposición masculina a actividades de riesgo, como la conducción de motocicletas, trabajos peligrosos y deportes de contacto (Flores, 2015; Althagafi et al., 2023). En esta cohorte, el 84% de las lesiones se originaron en accidentes de motocicleta, reforzando esta asociación causal. Además, se ha documentado que el sexo puede influir en la evolución funcional, al estar vinculado tanto a la severidad del trauma como a la adherencia al tratamiento rehabilitador (Bhandari & Sadhotra, 2019).

La distribución por edad mostró una mayor incidencia en adultos jóvenes, especialmente en el grupo de 18 a 26 años (46,9%), seguido por el de 27 a 35 años (31,3%). Este patrón podría reflejar una mayor actividad física, uso frecuente de motocicletas y menor percepción del riesgo en este grupo etario (Flores, 2015; Kumar & Tripathi, 2017). Estudios como el de Tung y Mackinnon (2016) destacan que los pacientes jóvenes presentan mejor pronóstico funcional, debido a una mayor capacidad regenerativa y menor carga de comorbilidades, hallazgo que se replicó en nuestra muestra, donde se observó una recuperación motora y sensitiva superior en este segmento.

Respecto a la localización de las lesiones, el 68,8% comprometió el plexo braquial y el 31,3% las ramas terminales, con predominio del nervio radial (66,6%), en línea con reportes que lo identifican como uno de los más afectados en traumas de alta energía (Siqueira et al., 2019). La intervención quirúrgica temprana, dentro de los seis meses posteriores al trauma, se asoció con mejores resultados funcionales, especialmente en pacientes sin comorbilidades, lo que respalda la importancia de una reinervación oportuna (Tung & Mackinnon, 2016). Además, el 87,5% de los pacientes contaba con seguro médico, lo que contrasta con estudios previos donde la falta de cobertura limitaba el acceso a tratamiento adecuado (Bhandari & Sadhotra, 2019), sugiriendo avances en el acceso a atención especializada. Estos hallazgos subrayan la necesidad de estrategias preventivas dirigidas a varones jóvenes, incluyendo campañas de seguridad vial y programas de rehabilitación adaptados a sus características.

Tabla 1

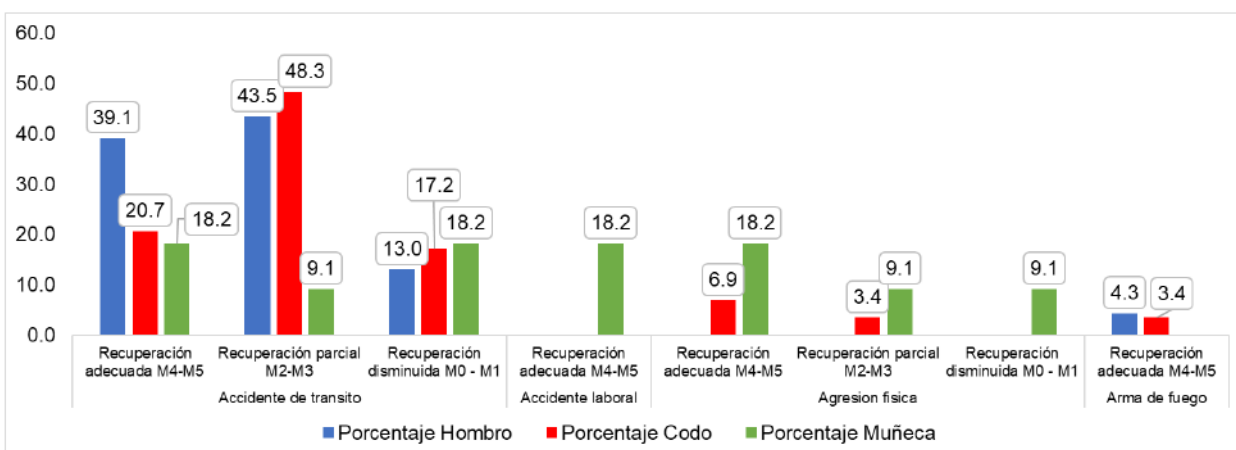
Factores asociados a la recuperación funcional en pacientes postquirúrgicos de lesiones de plexo braquial en el Hospital Doctor Darío Contreras, según la relación entre el nivel de la lesión y la recuperación motora.

Nivel de lesion	Escala	Hombro	Porcentaje	Codo	Porcentaje	Muñeca	Porcentaje
Plexo braquial	Recuperación adecuada M4-M5	8	34.8	4	13.8	1	9.1
	Recuperación parcial M2-M3	10	43.5	12	41.4	0	0
	Recuperación disminuida M0 - M1	3	13	5	17.2	1	9.1
Ramos terminales	Recuperación adecuada M4-M5	2	8.7	5	17.2	5	45.5
	Recuperación parcial M2-M3	0	0	3	10.3	2	18.2
	Recuperación disminuida M0 - M1	0	0	0	0	2	18.2
Total		23	100	29	100	11	100

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado en pacientes postquirúrgicos de lesiones de plexo braquial que acudieron a la consulta en el hospital docente Doctor Darío Contreras.

Figura 1

Factores asociados a la recuperación funcional en pacientes postquirúrgicos de lesiones de plexo braquial en el Hospital Doctor Darío Contreras, según la relación entre el mecanismo traumático de la lesión y la recuperación motora.



5. CONCLUSIONES

La recuperación funcional en pacientes operados por lesiones traumáticas del plexo braquial se vio favorecida por la intervención quirúrgica temprana y la ausencia de comorbilidades. Los varones jóvenes, especialmente entre 18 y 26 años, fueron el grupo más afectado, en su mayoría por accidentes de motocicleta. La alta proporción de pacientes con seguro médico, a diferencia de lo descrito en otros estudios, podría explicar un mejor acceso a tratamiento especializado. El predominio de lesiones a nivel del plexo y del nervio radial coincide con la literatura y subraya la necesidad de programas de rehabilitación adaptados a estos patrones lesionales. Estos hallazgos apoyan la implementación de estrategias preventivas y de protocolos de manejo que optimicen el pronóstico funcional.

REFERENCIAS

- Althagafi, M., Althagafi, A., & Althagafi, S. (2023). Patterns and outcomes of traumatic brachial plexus injuries: A regional study. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 31(2), 102255362311613. <https://doi.org/10.1177/10225536231161345>
- Bhandari, P. S., & Sadhotra, L. P. (2019). Management of brachial plexus injuries in adults: A review. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 52(1), 38–50. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1697643>
- Dy, C. J., Brogan, D. M., Rolf, L., Ray, W. Z., Wolfe, S. W., & James, A. S. (2021). Variability in surgeon approaches to emotional recovery and expectation setting after adult traumatic brachial plexus injury. *Journal of Hand Surgery Global Online*, 3(1), 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2020.10.010>
- Flores, L. P. (2015). Epidemiology of adult traumatic brachial plexus lesions in a large metropolis. *Acta Neurochirurgica*, 157(5), 785–789. <https://doi.org/10.1007/s00701-015-2361-6>
- Hill, J. R., Lanier, S. T., Brogan, D. M., & Dy, C. J. (2021). Management of adult brachial plexus injuries. *The Journal of Hand Surgery*, 46(9), 778–788. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.03.023>

- Kaiser, R., Waldauf, P., Ullas, G., & Krajcová, A. (2018). Epidemiology, etiology, and types of severe adult brachial plexus injuries requiring surgical repair: Systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical Review*, 43(2), 443–450. <https://doi.org/10.1007/s10143-018-0978-5>
- Kim, D., Murovic, J., & Kline, D. (2004). Brachial plexus injury: Mechanisms, surgical treatment and outcomes. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 36(3), 177–185.
- Kumar, R., & Tripathi, S. (2017). Outcome of brachial plexus injuries: Review of literature. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 3(2), 605–611. <https://doi.org/10.22271/ortho.2017.v3.i2h.72>
- Li, G. Y., Xue, M. Q., Wang, J. W., Zeng, X. Y., Qin, J., & Sha, K. (2019). Traumatic brachial plexus injury: A study of 510 surgical cases from multicenter services in Guangxi, China. *Acta Neurochirurgica*, 161(5), 899–906. <https://doi.org/10.1007/s00701-019-03860-5>
- Ramos Sánchez, L. (2022). Lesiones traumáticas del plexo braquial: diagnóstico y manejo. *Revista de Neurocirugía*, 29(1), 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.neucir.2021.08.004>
- Siqueira, M. G., Martins, R. S., & Heise, C. O. (2019). Surgical treatment of adult traumatic brachial plexus injuries: Current concepts and outcomes. *Neurosurgical Focus*, 46(3), E5. <https://doi.org/10.3171/2019.1.FOCUS18648>
- Tung, T. H., & Mackinnon, S. E. (2016). Brachial plexus injuries. *Clinical Plastic Surgery*, 43(3), 423–432. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2016.03.007>
- Villavicencio, A. T., Nauta, H. J., & Siqueira, M. G. (2021). Epidemiology and management of brachial plexus injuries. *Neurosurgery Clinics of North America*, 32(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2020.08.001>
- Yassir, M., & López de Ramos, E. (2023). Actualización en lesiones del plexo braquial. *Revista Médica del Hospital Nacional*, 15(2), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.rmhn.2023.02.005>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-21>

INNOVACIÓN EDUCATIVA Y SOSTENIBILIDAD EN TURISMO: HACIA UN MODELO EDUCATIVO 5.0 DESDE LA EXPERIENCIA ESTUDIANTIL

Sonia Gayosso Mexia

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

sonia_gayosso8990@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5428-872X>

Aide Maricel Carrizal Alonso

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

aide_carrizal8989@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-1001>

Héctor Daniel Molina Ruiz

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

hmolina@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4657-3237>

Fernando Benitez Leal

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

fernando_benitez10121@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1111-5340>

RESUMEN

La transición hacia la Educación 5.0 representa un cambio profundo en los modelos de formación universitaria, al integrar la innovación tecnológica con la sostenibilidad y el compromiso social. En el ámbito del turismo, esta transformación exige enfoques pedagógicos que promuevan el bienestar colectivo y la resiliencia educativa. Este estudio, de enfoque cualitativo interpretativo, analiza las percepciones de 222 estudiantes de la Licenciatura en Turismo del ICEA-UAEH sobre tres ejes clave: innovación educativa, compromiso social universitario y sostenibilidad de la formación. A través de un cuestionario estructurado, se identificaron tensiones entre el discurso institucional y la experiencia estudiantil, así como oportunidades estratégicas para fortalecer prácticas más inclusivas, éticas y sostenibles. Los hallazgos revelan avances moderados en innovación pedagógica y desarrollo de competencias, pero también subrayan debilidades en la integración transversal del compromiso social y en la preparación profesional. Se concluye que avanzar hacia una Educación 5.0 genuina exige rediseñar enfoques pedagógicos y curriculares, reconociendo la voz del estudiantado como indicador estratégico del cambio institucional.

Palabras clave: Educación 5.0; innovación educativa; sostenibilidad; turismo; compromiso social.

ABSTRACT

The transition toward Education 5.0 represents a profound shift in university training models by integrating technological innovation with sustainability and social commitment. In the field of tourism, this transformation demands pedagogical approaches that promote collective well-being and educational resilience. This study, employing a qualitative-interpretative approach, analyzes

the perceptions of 222 students from the Bachelor of Tourism program at ICEA-UAEH regarding three key pillars: educational innovation, university social commitment, and training sustainability. Through a structured questionnaire, the research identified tensions between institutional discourse and the student experience, as well as strategic opportunities to strengthen more inclusive, ethical, and sustainable practices. The findings reveal moderate progress in pedagogical innovation and competency development; however, they also highlight weaknesses in the cross-cutting integration of social commitment and professional preparation. The study concludes that advancing toward genuine Education 5.0 requires redesigning pedagogical and curricular approaches, recognizing the student voice as a strategic indicator of institutional change.

Keywords: Education 5.0; educational innovation; sustainability; tourism; social commitment.

1. INTRODUCCIÓN

La transición de la Educación 4.0 a la Educación 5.0 representa un cambio de paradigma que va más allá de la incorporación tecnológica, al priorizar el bienestar colectivo, la sostenibilidad educativa y el compromiso ético. En el contexto del turismo universitario, esta evolución cobra especial relevancia debido a la necesidad de formar profesionales capaces de responder a problemáticas complejas desde una perspectiva integral, resiliente y socialmente responsable. A pesar de los esfuerzos institucionales por modernizar sus programas formativos, aún persisten tensiones significativas entre el discurso de innovación y la experiencia real del estudiantado, sobre todo en aspectos como la preparación profesional, la integración del compromiso social y la sostenibilidad del proceso formativo.

Frente a esta situación, resulta necesario analizar críticamente las condiciones actuales de la educación turística desde la perspectiva de quienes la viven cotidianamente: las y los estudiantes. Este trabajo parte del supuesto de que, si bien se han incorporado metodologías activas y tecnologías emergentes en el aula, estas aún no logran consolidar un modelo educativo verdaderamente transformador, equitativo y sostenible. En este sentido, se considera que el fortalecimiento de un enfoque alineado con la Educación 5.0 requiere no solo innovación tecnológica, sino también una reconfiguración ética y social de los modelos pedagógicos y curriculares.

El objetivo general de este estudio es analizar las percepciones estudiantiles sobre la innovación educativa, el compromiso social universitario y la sostenibilidad del proceso formativo en la Licenciatura en Turismo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Para ello, se abordan tres dimensiones clave: la innovación educativa, entendida como el uso de tecnologías y metodologías activas; el compromiso social universitario, relacionado con la construcción de ciudadanía y la pertenencia institucional; y la sostenibilidad formativa, vinculada a la permanencia, resiliencia y pertinencia de la formación profesional en el tiempo.

Este análisis busca identificar tanto las debilidades estructurales como las oportunidades de mejora que permitan consolidar un modelo educativo más justo, ético y adaptado a las exigencias del sector turístico contemporáneo. Asimismo, se plantea que la voz del estudiantado constituye un indicador estratégico del cambio institucional, capaz de orientar transformaciones profundas en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en la gestión educativa.

2. MARCO CONCEPTUAL

La Educación 5.0 ha emergido como una respuesta crítica ante las limitaciones de la Educación 4.0, la cual, si bien promovió el uso de tecnologías digitales y metodologías activas, dejó de lado aspectos fundamentales como la equidad, la empatía y la responsabilidad social (García Sánchez & Lavín Zatarain, 2024). En este nuevo paradigma, la tecnología no es un fin en sí misma, sino un medio subordinado al bienestar colectivo, integrando dimensiones como la

inteligencia emocional, el desarrollo ético y la sostenibilidad del proceso formativo (Cordero Monzón, 2025). Esta perspectiva se alinea con los principios de la Sociedad 5.0, que busca articular innovación tecnológica con justicia social y desarrollo humano (Dávila Mera, 2023).

La innovación educativa en este contexto implica un rediseño profundo de las prácticas pedagógicas, superando la visión instrumental de la tecnología y posicionándola como una herramienta para la transformación social (Real Roby et al., 2024). Las universidades tienen el deber de regenerar sus entornos formativos, fomentando procesos que articulen el conocimiento académico con la acción ética y comunitaria (Chacón et al., 2009). Esta orientación requiere fortalecer la responsabilidad social universitaria como un eje transversal del currículo, capaz de promover ciudadanía crítica, respeto a la diversidad y compromiso con el entorno (Collado-Domínguez, 2024).

Desde esta visión, la sostenibilidad no se limita a la dimensión ambiental, sino que abarca el desarrollo integral del estudiantado, la equidad en el acceso a oportunidades y la pertinencia de la formación frente a los desafíos globales. Como advierte Reimers (2022), las instituciones deben movilizar la inteligencia colectiva para construir un nuevo contrato social educativo, en el que la inclusión, la justicia y la participación sean pilares estructurales. De esta manera, los modelos formativos pueden orientarse hacia una regeneración social profunda y sostenida.

En este proceso de transformación, resulta clave recuperar la voz del estudiantado como indicador estratégico del cambio institucional. La participación de las y los estudiantes en la evaluación y diseño de las prácticas educativas permite identificar tensiones ocultas, barreras estructurales y oportunidades de mejora que difícilmente serían visibles desde una perspectiva exclusivamente administrativa (González Torres, 2021). Estudios recientes han demostrado que las reformas educativas son más efectivas cuando se incorporan las experiencias estudiantiles en todas sus fases (Karwowski & Milerski, 2021).

Este enfoque participativo no solo legitima los procesos de innovación, sino que también fortalece el sentido de pertenencia, el bienestar emocional y la proyección social del estudiantado. En el contexto de la formación turística, donde confluyen factores económicos, culturales y comunitarios, este tipo de transformaciones resultan indispensables para formar profesionales capaces de liderar procesos regenerativos con sensibilidad social.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de investigación adoptado fue de tipo transversal descriptivo-interpretativo, con enfoque cualitativo predominante. Esta perspectiva permitió captar tanto datos cuantificables sobre las percepciones estudiantiles como interpretaciones críticas ancladas en marcos teóricos actuales sobre Educación 5.0, sostenibilidad e innovación educativa.

Se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia, compuesta por 222 estudiantes (36.2%) de una población total de 614 inscritos en la Licenciatura en Turismo. La muestra presentó una distribución de género con 79.7% mujeres y 20.3% hombres, mientras que el 46.4% de los encuestados tenía entre 20 y 22 años. El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado con 21 ítems distribuidos en seis dimensiones: innovación pedagógica y tecnológica, desarrollo de competencias, bienestar y desarrollo integral, evaluación de necesidades y mejoras, preparación profesional y satisfacción institucional. Cada ítem se valoró mediante escala Likert de 4 puntos.

La validación del instrumento fue realizada por expertos en educación superior, y su aplicación se efectuó de forma digital durante febrero de 2025. Los datos se procesaron con el software SPSS v28 para el análisis estadístico descriptivo, y se desarrolló un análisis interpretativo complementario para contextualizar los hallazgos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los cuestionarios aplicados a 222 estudiantes de la Licenciatura en Turismo de la UAEH reveló un panorama de percepciones moderadamente positivas, pero con importantes

áreas de oportunidad en el modelo educativo actual. Las dimensiones mejor evaluadas fueron “Evaluación de necesidades y mejoras” ($M=3.09$) y “Desarrollo de competencias” ($M=3.06$), mientras que “Innovación educativa” ($M=2.88$) y “Preparación profesional” ($M=2.94$) obtuvieron los promedios más bajos.

En cuanto a la innovación educativa, los datos muestran que, aunque se han implementado recursos tecnológicos y metodologías activas en algunos cursos, estas prácticas no han logrado fortalecer consistentemente el pensamiento crítico, la autonomía o la creatividad estudiantil. Este hallazgo coincide con lo señalado por García Sánchez y Lavín Zatarain (2024), quienes argumentan que la Educación 4.0, pese a su avance digital, dejó vacíos en aspectos humanos fundamentales. La baja percepción en esta dimensión sugiere que la innovación en el aula aún es parcial y poco transformadora, tal como advierte Cordero Monzón (2025), quien plantea que la Educación 5.0 debe ir más allá de lo tecnológico y centrarse en el bienestar colectivo y el desarrollo integral del estudiantado.

Respecto al compromiso social universitario, la media de 2.97 refleja un reconocimiento de su importancia, pero también una débil integración en la experiencia académica. Las y los estudiantes perciben que las acciones vinculadas a la responsabilidad social son dispersas o poco visibles dentro del currículo. Este resultado refuerza las posturas de Chacón, Montbrun y Rastelli (2009) y Collado-Domínguez (2024), quienes defienden que la universidad debe asumir un rol activo en la regeneración social a través de una formación ética, inclusiva y orientada al bien común.

La dimensión mejor valorada fue la de evaluación de necesidades y mejoras, lo que revela una alta conciencia crítica por parte del estudiantado sobre los desafíos del modelo educativo. Esta capacidad de análisis se alinea con lo planteado por Reimers (2022), quien sostiene que la inteligencia colectiva estudiantil es un motor clave para reimaginar el contrato social educativo. Identificar deficiencias en equipamiento, vinculación profesional y formación docente no solo refleja problemáticas internas, sino también una oportunidad estratégica para el rediseño institucional desde abajo.

Además, los hallazgos subrayan la importancia de incorporar activamente la voz del estudiantado en los procesos de mejora continua. Como afirman González Torres (2021) y Karwowski y Milerski (2021), la participación estudiantil en las decisiones educativas aumenta la legitimidad y eficacia de las reformas. En este caso, las percepciones recabadas permiten identificar tensiones estructurales, pero también oportunidades concretas para fortalecer prácticas educativas más coherentes con los principios de sostenibilidad, justicia social y compromiso territorial.

En síntesis, la convergencia entre los datos obtenidos y los referentes teóricos consultados confirma que el tránsito hacia una Educación 5.0 genuina exige no solo la adopción de tecnologías emergentes, sino una transformación profunda del modelo educativo. Dicha transformación debe estar basada en la escucha activa del estudiantado, la integración transversal del compromiso social y el diseño de entornos formativos resilientes, pertinentes y éticamente orientados al bienestar colectivo.

5. CONCLUSIONES

Este estudio evidencia que la transición hacia un modelo educativo alineado con la Educación 5.0 en la Licenciatura en Turismo de la UAEH se encuentra en marcha, pero enfrenta retos significativos. La incorporación de metodologías activas y tecnologías digitales ha sido parcial, y su impacto en el desarrollo de competencias críticas y sociales aún es limitado. Igualmente, el compromiso social y la sostenibilidad no están plenamente integrados como ejes estructurales de la formación.

Las percepciones estudiantiles permiten visualizar tanto avances como áreas de oportunidad. En particular, el interés del alumnado por una educación más ética, equitativa y sostenible se posiciona como una palanca estratégica para rediseñar los enfoques curriculares y pedagógicos. Avanzar hacia una Educación 5.0 genuina implica reconocer la voz del estudiantado como un

indicador institucional clave, así como fortalecer el vínculo entre tecnología, bienestar y responsabilidad social.

Este estudio no solo ofrece un diagnóstico de la situación actual, sino también fundamentos para una transformación educativa orientada al turismo regenerativo, ético y socialmente comprometido.

REFERENCIAS

- Chacón, R. M., Montbrun, N., & Rastelli, V. (2009). La educación para la sostenibilidad: Rol de las universidades. *Argos*, 26(50), 50–74. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-16372009000100004&lng=es&tlng=es
- Collado-Domínguez, E. A. (2024). Emprendimiento y responsabilidad social en la educación como clave para desarrollo sostenible. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes* 2.0, 17(2), 390–403. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.585>
- Cordero Monzón, M. Á. (2025). Educación 5.0: sinergia entre inteligencia emocional e inteligencia artificial en la educación matemática universitaria. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 5(1), 281–293. <https://doi.org/10.51660/ripie51225>
- Dávila Mera, A. R. (2023). Sociedad y Educación 5.0. *COPÉRNICO*, 20(38), 22–29.
- García Sánchez, O. V., & Lavín Zatarain, S. (2024). Educación 4.0 en el ámbito universitario. Una revisión sistemática de literatura. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 12(26), 94–107. <https://doi.org/10.36825/RITI.12.26.008>
- González Torres, A. (2021). Percepción estudiantil de un curso universitario que integró los recursos de Google como apoyo educativo. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22), e082. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.962>
- Karwowski, M., & Milerski, B. (2021). Who supports Polish educational reforms? Exploring actors' and observers' attitudes. *Education Sciences*, 11(3), 120. <https://doi.org/10.3390/educsci11030120>
- Real Roby, R. A., Mora Herrera, E. Y., & Contreras Moscol, D. F. (2024). Hacia un futuro sostenible: el impacto transformador de la tecnología educativa en la educación superior. *Revista InveCom*, 4(2), e040210. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10558708>
- Reimers, F. M. (2022). Inteligencia colectiva para re imaginar juntos nuestros futuros y construir un nuevo contrato social para la educación. *Diálogos por un nuevo contrato social para la educación*, 5.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2024 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-22>

INNOVACIÓN METODOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: ABP E INSTAGRAM COMO RECURSOS DIDÁCTICOS

Pastor Cerezo, Vanesa

Universidad de Alcalá
Alcalá de Henares, España
vanesa.pastorc@uah.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0809-0170>

Anciones Anguita, Kristel

Universidad de Alcalá
Alcalá de Henares, España
kristel.anciones@uah.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6182-9224>

RESUMEN

La formación inicial de maestros de Educación Infantil exige la comprensión de las principales teorías del desarrollo humano, aunque a menudo estos contenidos se perciben como excesivamente teóricos y poco motivadores. Con el fin de superar esta dificultad, se diseñó un proyecto basado en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), integrando el uso de la red social Instagram como recurso didáctico. Participaron 57 estudiantes de primer curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Alcalá, organizados en 12 grupos que crearon perfiles de autores y corrientes clásicas de la psicología del desarrollo. En conjunto, se produjeron más de 200 publicaciones entre posts, historias y reels, favoreciendo interacciones entre cuentas que simulaban debates teóricos y fomentaron la creatividad. El perfil docente central complementó los contenidos y visibilizó a mujeres psicólogas históricamente olvidadas, integrando así la perspectiva de género. Los resultados muestran que la propuesta no solo mejoró la comprensión de los contenidos, sino que también incrementó la motivación y estimuló competencias digitales, comunicativas y colaborativas relevantes para la práctica docente. El alumnado valoró la experiencia como innovadora y significativa, aunque señaló la necesidad de ajustar el ritmo de trabajo. En conjunto, se confirma el potencial de las redes sociales como recurso educativo para transformar la enseñanza de contenidos abstractos en experiencias inclusivas y activas.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, redes sociales, Instagram, teorías del desarrollo, formación docente.

ABSTRACT

The initial training of early childhood education teachers requires an understanding of the main theories of human development, although this content is often perceived as overly theoretical and uninspiring. In order to overcome this difficulty, a project was designed based on the Project-Based Learning (PBL) methodology, integrating the use of the social network Instagram as a teaching resource. Fifty-seven first-year students from the Early Childhood Education Degree program at the University of Alcalá participated, organized into 12 groups that created profiles of authors and classic trends in developmental psychology. Together, they produced more than 200 posts, stories, and reels, encouraging interactions between accounts that simulated theoretical debates and fostered creativity. The central teaching profile complemented the content and

highlighted historically overlooked female psychologists, thus integrating a gender perspective. The results show that the proposal not only improved understanding of the content, but also increased motivation and stimulated digital, communication, and collaborative skills relevant to teaching practice. Students rated the experience as innovative and meaningful, although they pointed out the need to adjust the pace of work. Overall, the potential of social media as an educational resource for transforming the teaching of abstract content into inclusive and active experiences is confirmed.

Keywords: Project-based learning, social networks, Instagram, developmental theories, teacher training.

1. INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado de Educación Infantil requiere un conocimiento sólido de las principales teorías del desarrollo humano, ya que constituyen la base para comprender los procesos de aprendizaje y crecimiento en la infancia (Bausela Herreras, 2018). No obstante, la enseñanza de estos contenidos suele resultar excesivamente teórica y abstracta, lo que puede disminuir la motivación del alumnado (Coronel et al., 2023). Ante esta dificultad, surge la necesidad de explorar metodologías innovadoras que acerquen la psicología del desarrollo a la práctica educativa. Por ello, este estudio analiza el impacto del uso de Instagram como recurso en un proyecto de Aprendizaje Basado en Proyectos –en adelante, ABP– orientado a la enseñanza de la psicología del desarrollo en la formación inicial de maestros. La hipótesis sostiene que la integración de redes sociales en el ABP favorece la comprensión de los contenidos, estimula la motivación y la creatividad, y promueve la reflexión crítica mediante la incorporación de la perspectiva de género (Gómez Zeliz & Becerra, 2025). Por lo tanto, los objetivos fueron: (1) favorecer la apropiación crítica de las teorías del desarrollo, (2) desarrollar competencias digitales y comunicativas mediante la creación de contenidos divulgativos, (3) introducir la perspectiva de género visibilizando a autoras históricamente olvidadas, y (4) fomentar la motivación y participación activa del alumnado a través de una metodología innovadora.

2. MARCO CONCEPTUAL

El proyecto se sustenta en cuatro ejes conceptuales. En primer lugar, las teorías del desarrollo constituyen un contenido académico esencial en la formación docente, aportando marcos de análisis sobre los procesos de aprendizaje y socialización, desde el conductismo hasta el humanismo, con referentes como Skinner, Piaget o Erikson (Bausela Herreras, 2018; Ponce León, 2022; Gama, 2022). En segundo lugar, el ABP se presenta como una metodología centrada en el estudiante, que fomenta la investigación autónoma, la resolución de problemas y la construcción significativa del conocimiento (Guaicha Soriano et al., 2024). Estudios recientes destacan que mejora la motivación y la comprensión de temas complejos al vincularlos con tareas auténticas y creativas (Melguizo-Garín & García-Cid, 2024; Naranjo & Correa Lemus, 2020). En tercer lugar, el uso pedagógico de redes sociales, particularmente Instagram, constituye un recurso innovador en la educación superior, al ser un entorno versátil para la comunicación, la colaboración y la divulgación de saberes (Cupido Navarro & Suárez Lantarón, 2022). Su carácter visual y participativo favorece la creación de contenidos atractivos y el desarrollo de competencias digitales útiles en el futuro profesional del alumnado (Limas-Suárez & Vargas-Soracá, 2022). Finalmente, el enfoque de género atraviesa todo el proyecto, atendiendo a la invisibilización histórica de numerosas autoras en la psicología. La inclusión de mujeres en el perfil docente central amplió los contenidos y promovió en los estudiantes una reflexión crítica sobre la construcción del conocimiento y la necesidad de una formación inclusiva (Miralles-Cardona et al., 2020; Ortega Sánchez, 2021).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló como investigación de campo, con un diseño cualitativo y un alcance exploratorio-descriptivo. Participaron 57 estudiantes de primer curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Alcalá (España), organizados en 12 grupos de entre cuatro y cinco integrantes. Cada grupo se responsabilizó de representar a un autor clásico de la psicología del desarrollo, de modo que cada teoría quedó cubierta por dos grupos. La docente gestionó un perfil central en Instagram, que además de orientar el proceso incluyó contenidos transversales, como la teoría del conectivismo (Siemens, 2004) y la visibilización de psicólogas olvidadas. Por otro lado, el procedimiento se desarrolló en cuatro fases: presentación del proyecto y conformación de grupos; creación de perfiles privados de Instagram y publicación de contenidos (imágenes, reels e historias); interacción entre perfiles y seguimiento a través del perfil docente; y actividades finales de cierre, consistentes en la presentación de los perfiles y un trivial colectivo. Por último, los instrumentos de recogida de información incluyeron los perfiles y publicaciones de Instagram, un documento colaborativo con la síntesis teórica de cada autor y las reflexiones individuales del alumnado al concluir la experiencia. Esta triangulación de fuentes garantizó la validez del estudio y permite su replicabilidad en otros contextos universitarios, siempre que se adapten los recursos digitales al entorno específico del alumnado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto generó una producción digital amplia y variada (Tabla 1), reflejo de la implicación del alumnado y del potencial de las redes sociales como recurso didáctico. Se crearon 12 cuentas de Instagram, correspondientes a seis corrientes y autores clave, con un mínimo de 13 publicaciones por grupo.

Tabla 1

Producción total vinculada al proyecto.

Elemento	Cantidad	Ejemplos / Observaciones
Cuentas de Instagram	12	Conductismo, Piaget, Vygotsky, Freud, Erikson y Humanismo
Publicaciones totales	+150	Posts sobre teorías y autores
Historias	+50	Incluyeron triviales y dinámicas interactivas
Reels	Varios	Rap, explicaciones breves, curiosidades
Perfil docente	59 posts, 56 historias, 3 reels	Conectivismo, mitos, mujeres psicólogas

Uno de los aspectos más valorados fueron las interacciones entre perfiles, que permitieron simular debates teóricos como el “enfrentamiento” entre cuentas conductistas y freudianas. En palabras de una estudiante: “Lo mejor ha sido ver cómo podíamos debatir entre cuentas, era como una forma de aprender discutiendo” (Alumna 19). El perfil docente central complementó los contenidos con temas solicitados por el alumnado e introdujo la perspectiva de género al visibilizar autoras olvidadas, lo cual fue destacado como un aporte significativo: “El perfil de la profesora ha sido clave, nos orientaba y además nos enseñaba cosas que no sabíamos, como autoras que nunca habíamos visto en clase” (Alumna 41). La creatividad también fue fundamental: los grupos diseñaron triviales interactivos, raps en stories y publicaciones temáticas, estrategias que favorecieron la motivación y la apropiación de contenidos: “Gracias a las publicaciones creativas, como el trivial o las historias con música, el aprendizaje se hacía mucho más ameno” (Alumna 7). En conjunto, los comentarios recogidos reflejan una valoración mayoritariamente positiva del proyecto, descrito como innovador, motivador y útil para comprender las teorías del desarrollo, aunque también se señaló la necesidad de ajustar el ritmo de trabajo y reorganizar algunas dinámicas de cierre (Tabla 2).

Tabla 2.

Principales categorías, fragmentos representativos y discusión

Categoría	Fragmentos del alumnado	Discusión
Motivación y creatividad	“El proyecto fue muy innovador, divertido y motivador” (Alumna 1). “Me ha parecido una manera diferente y entretenida de aprender” (Alumna 2).	El uso de Instagram favoreció la implicación activa y la percepción del aprendizaje como dinámico y cercano, en línea con estudios sobre ABP digital (Guaicha Soriano et al., 2024).
Comprensión y asimilación de contenidos	“Publicar a diario ayudó a interiorizar la teoría” (Alumna 12). “He aprendido no solo de mi autor, sino también de los perfiles de mis compañeros” (Alumna 14).	La producción constante y la interacción entre perfiles reforzaron la memorización y ampliaron el aprendizaje, apoyando que el ABP promueve aprendizajes significativos (Melguizo-Garín & García-Cid, 2024).
Competencias y habilidades transversales	“Me ha ayudado a organizarme mejor y trabajar en equipo” (Alumna 22). “He desarrollado creatividad y competencias digitales que me servirán como docente” (Alumna 10).	El alumnado identificó el desarrollo de competencias organizativas, colaborativas y digitales, elementos clave en la formación docente inicial (Limas-Suárez & Vargas-Soracá, 2022).
Perspectiva de género	“Conocer a mujeres psicólogas olvidadas me ha parecido enriquecedor” (Alumna 41).	La visibilización de autoras generó reflexión crítica sobre la construcción histórica del conocimiento y fortaleció un enfoque inclusivo (Ortega Sánchez, 2021).
Limitaciones y propuestas de mejora	“El ritmo de publicaciones fue demasiado exigente” (Alumna 36). “El trivial se podría hacer por subgrupos para que fuese más ágil” (Alumna 31).	Se señalaron ajustes en la carga de trabajo y en la dinámica de cierre, lo que permitirá perfeccionar el diseño en futuras ediciones.

En definitiva, los resultados muestran que el proyecto cumplió con los objetivos de favorecer la comprensión de las teorías del desarrollo, fomentar la motivación y estimular competencias transversales, integrando además un enfoque de género. Las limitaciones señaladas apuntan a la necesidad de ajustar el ritmo de trabajo y perfeccionar algunas dinámicas grupales. Estos hallazgos coinciden con la literatura sobre ABP, que destaca la importancia de vincular los contenidos teóricos con tareas auténticas para incrementar la motivación y el aprendizaje significativo (Melguizo-Garín & García-Cid, 2024). También refuerzan la pertinencia de las redes sociales como entornos de aprendizaje visuales e interactivos, donde el alumnado desarrolla competencias digitales transferibles a su futura labor docente (Limas-Suárez & Vargas-Soracá, 2022). Finalmente, la incorporación de la perspectiva de género se valoró como un aporte innovador que generó reflexión crítica sobre la construcción del conocimiento, en línea con las propuestas de una formación universitaria más inclusiva (Ortega Sánchez, 2021).

5. CONCLUSIONES

El proyecto evidenció que el uso de Instagram en el marco del ABP favorece la comprensión de las teorías del desarrollo y aumenta la motivación del alumnado, además de impulsar la creatividad y el trabajo colaborativo. El perfil docente central resultó esencial para integrar la perspectiva de género y enriquecer los contenidos, generando reflexión crítica en torno a autoras olvidadas de la psicología. Aunque se señalaron ajustes necesarios en la carga de trabajo y en algunas dinámicas, la experiencia confirma el potencial de las redes sociales como recurso didáctico en la formación inicial de docentes, al transformar contenidos abstractos en aprendizajes más activos e inclusivos.

REFERENCIAS

- Bausela Herreras, E. (2018). Psicología del desarrollo: cuaderno de prácticas para futuros maestros. San Vicente del Raspeig (Alicante): Editorial Club Universitario. *Indivisa, Boletín De Estudios E Investigación*, (19), 245–247. <https://doi.org/10.37382/indivisa.vi19.103>
- Coronel, V., Júpiter-Coronel, E. J., & Saltos-García, P. (2023). Pedagogía magistral tradicional y la falta de efectividad en Docencia Universitaria. *Ciencia UNEMI (En Línea)*, 16(43), 132–139. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol16iss43.2023pp132-139p>
- Cupido Navarro, A., & Suárez Lantarón, B. (2022). Uso de las redes sociales por el alumnado universitario de la Facultad de Educación (Universidad de Extremadura). *Innoeduca*, 8(2), 97–113. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.13719>
- Gama, U. A. A. d. (2022). La contribución de la psicología del desarrollo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, , 157–206. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/psicologia-es/contribucion-de-la-psicologia>
- Gómez Zeliz, J., & Becerra, G. (2025). La enseñanza de la perspectiva de género en la universidad. *El Faro. Revista Digital De Docencia Universitaria*, 2(2), 21–41. <https://doi.org/10.63790/9h7ddh20>
- Guaicha Soriano, K. M. ., Lima Rosero, P. E., Calderón Guzmán, J. A. ., & Llange Nieves, Z. J. . (2024). Implementación en el ABP(ABP) en la educación universitaria: impacto en la motivación y el rendimiento de los estudiantes. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45456. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)456](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)456)
- Limas-Suárez, S. J., & Vargas-Soracá, G. (2022). Las redes sociales y su uso en la educación superior: una visión desde el estudiantado universitario. *Educación Y Humanismo*, 24(42)<https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4927>
- Melguizo-Garín, A., & García-Cid, A. (2024). Construyendo competencias colaborativas: ABPen el entorno universitario. *Cuestiones Pedagógicas. Revista De Ciencias De La Educación*, 2(33), 129–148. <https://doi.org/10.12795/CP.2024.i33.v2.07>
- Miralles-Cardona, C., Cardona-Moltó, M. C., & Chiner, E. (2020). La perspectiva de género en la formación inicial docente: estudio descriptivo de las percepciones del alumnado. *Educación XX1*, 23(2). <https://doi.org/10.5944/educxx1.23899>
- Naranjo, S. A., & Correa Lemus, F. (2020). La academia en acción: ABPen entornos universitarios. *Boletín Redipe*, 9(1), 70–78. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i1.893>
- Ortega Sánchez, I. (2021). La perspectiva de género en el ámbito educativo: un derecho humano fundamental. En Ortega Navas, M.^a C., García-Castilla, F. J., De-Juanas Oliva, Á. (coords.). *Guía para la elaboración de trabajos fin de máster de investigación educativa* (pp. 199-210). Octaedro. <https://doi.org/10.36006/16260-15>
- Ponce Leon, J. A. D. (2022). Principales planos teóricos de la psicología evolutiva y del desarrollo aplicados a la práctica docente entorno a la pedagogía contemporánea en América Latina. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3505-3520. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2105

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-23>

DEL ÁLBUM FAMILIAR AL FEED DIGITAL: PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES ADOLESCENTES SOBRE EL *SHARENTING*

Anciones Anguita, Kristel

Universidad de Alcalá
Alcalá de Henares, España
kristel.anciones@uah.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6182-9224>

Pastor Cerezo, Vanesa

Universidad de Alcalá
Alcalá de Henares, España
vanesa.pastorc@uah.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0809-0170>

RESUMEN

Las redes sociales se han consolidado como espacios centrales de socialización digital, donde prácticas como la publicación de fotografías personales forman parte de la vida cotidiana de los adolescentes. En este contexto, el fenómeno del *sharenting* —la práctica parental de compartir imágenes de los hijos sin su consentimiento— plantea riesgos vinculados a la privacidad y al desarrollo de la identidad digital. Este estudio analizó las percepciones y prácticas de 638 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria en España (52,2% chicos y 47,8% chicas; media de edad = 14,10 años; DT = 1,364) respecto al intercambio de imágenes en redes sociales. Los resultados muestran que tanto el tiempo de conexión como la cantidad de plataformas utilizadas se asocian significativamente con una mayor frecuencia de publicación. Además, se observaron diferencias de género: las chicas comparten más imágenes, editan sus fotos con filtros y tienden a incluir datos personales en mayor medida que los chicos. En el ámbito familiar, la práctica de *sharenting* se relaciona con una mayor exposición adolescente, aunque aquellos que expresan incomodidad con esta práctica parental muestran conductas más restrictivas en sus propias publicaciones. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de promover la alfabetización digital y la reflexión crítica sobre la gestión de la privacidad tanto en el ámbito escolar como en el familiar.

Palabras clave: Sharenting, adolescencia, familia, redes sociales

ABSTRACT

Social media has become a central space for digital socialization, where practices such as posting personal photos are part of everyday life for adolescents. In this context, the phenomenon of *sharenting*—the parental practice of sharing images of children without their consent—poses risks related to privacy and the development of digital identity. This study analyzed the perceptions and practices of 638 compulsory secondary education students in Spain (52.2% boys and 47.8% girls; mean age = 14.10 years; SD = 1.364) regarding the exchange of images on social media. The results show that both the amount of time spent online and the number of platforms used are

significantly associated with a higher frequency of posting. In addition, gender differences were observed: girls share more images, edit their photos with filters, and tend to include personal information to a greater extent than boys. In the family environment, the practice of sharenting is related to greater adolescent exposure, although those who express discomfort with this parental practice show more restrictive behaviors in their own posts. These findings reinforce the need to promote digital literacy and critical reflection on privacy management in both school and family settings.

Keywords: sharenting, adolescence, family, social media

1. INTRODUCCIÓN

Las redes sociales han transformado profundamente las dinámicas de comunicación, interacción y acceso a la información, convirtiéndose en espacios centrales de socialización digital. En los últimos años, se ha intensificado el uso de estas plataformas como medio de expresión y apoyo comunitario (Saud et al., 2020). En este contexto, prácticas cotidianas como mostrar fotografías familiares han evolucionado hacia la publicación constante de imágenes y videos en línea, a menudo dirigidos a audiencias amplias y desconocidas. Este fenómeno ha dado lugar al término *sharenting* —una combinación de “share” y “parenting”—, que describe la práctica de compartir contenido personal de los hijos en redes sociales, muchas veces sin su consentimiento explícito (Kopecky et al., 2020). En España, la magnitud del fenómeno es significativa: el 89% de los progenitores ha compartido imágenes o videos de sus hijos en el último mes (EUKidsonline, 2019). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar las percepciones y prácticas de estudiantes en relación con la publicación de imágenes personales en redes sociales. Se exploró la influencia del tiempo de conexión, la cantidad de plataformas utilizadas, el papel del género y el impacto de las dinámicas familiares en los comportamientos de los adolescentes respecto a su identidad digital y la exposición de información personal.

2. MARCO CONCEPTUAL

Aunque en apariencia compartir imágenes de los hijos constituye una extensión de la exposición familiar, esta práctica ha generado un creciente interés académico debido a sus posibles consecuencias en la infancia y adolescencia (Ouvrein & Verswijvel, 2019). La investigación sobre el *sharenting* ha abordado distintas dimensiones: las motivaciones de las familias para compartir contenido (Brosch, 2018), los riesgos de privacidad (Haley, 2020), la percepción de los menores (Verswijvel et al., 2019) y la mercantilización de la infancia en contextos digitales (Jiménez-Iglesias et al., 2022).

Las motivaciones parentales para compartir imágenes de sus hijos incluyen el deseo de mantener vínculos con familiares y amigos, construir un archivo digital de recuerdos o buscar apoyo y consejos de la comunidad online (Brosch, 2018). Las redes intensifican la necesidad de autoexpresión (Bailey et al., 2019), y compartir imágenes de los hijos se convierte en un medio para transmitir orgullo, proyectar una imagen idealizada de paternidad o incluso satisfacer aspiraciones de visibilidad social (Lazard et al., 2019).

La dimensión de privacidad resulta particularmente crítica. La naturaleza permanente y masiva de los contenidos digitales plantea riesgos como la creación de perfiles falsos (*digital kidnapping*)

o la explotación de imágenes infantiles (Jorge et al., 2021). En muchos casos, la falta de alfabetización digital de las familias limita la conciencia de las posibles consecuencias para sus hijos (Kopecky & Szotkowski, 2018).

Desde la perspectiva de los menores, diversos estudios muestran que muchos adolescentes expresan incomodidad con la exposición digital impuesta por sus padres, llegando incluso a solicitar la eliminación de contenido (Arzumendi et al., 2021). Este malestar puede afectar al desarrollo de la identidad personal y generar sentimientos de vergüenza, frustración o enfado, especialmente cuando las imágenes compartidas son poco favorecedoras o excesivamente íntimas (Ouvrein & Verswijvel, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se enmarca en un proyecto más amplio orientado a analizar el uso de redes sociales en población adolescente. El estudio siguió un diseño cuantitativo basado en cuestionarios *ad hoc* anónimos autoadministrados a 638 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria en España. El cuestionario incluyó ítems de carácter sociodemográfico (edad y género), así como preguntas orientadas a explorar el tiempo de conexión, el número de plataformas utilizadas, la frecuencia y características de la publicación de imágenes y el impacto de las dinámicas familiares, particularmente el *sharenting*. Además, se incorporaron preguntas sobre conductas concretas, como la edición de fotografías, el uso de filtros, la exposición de datos personales o la publicación de imágenes en ropa de baño, con el propósito de examinar tanto la autorrepresentación digital como los posibles riesgos asociados a la sobreexposición. Se realizaron análisis descriptivos para caracterizar la muestra según edad y género. Para explorar las asociaciones entre variables se aplicaron correlaciones de Pearson y Spearman, evaluando la relación entre tiempo de conexión, número de plataformas utilizadas y frecuencia de publicación de imágenes. Las diferencias de género se examinaron mediante pruebas chi-cuadrado y se analizó el impacto del *sharenting*.

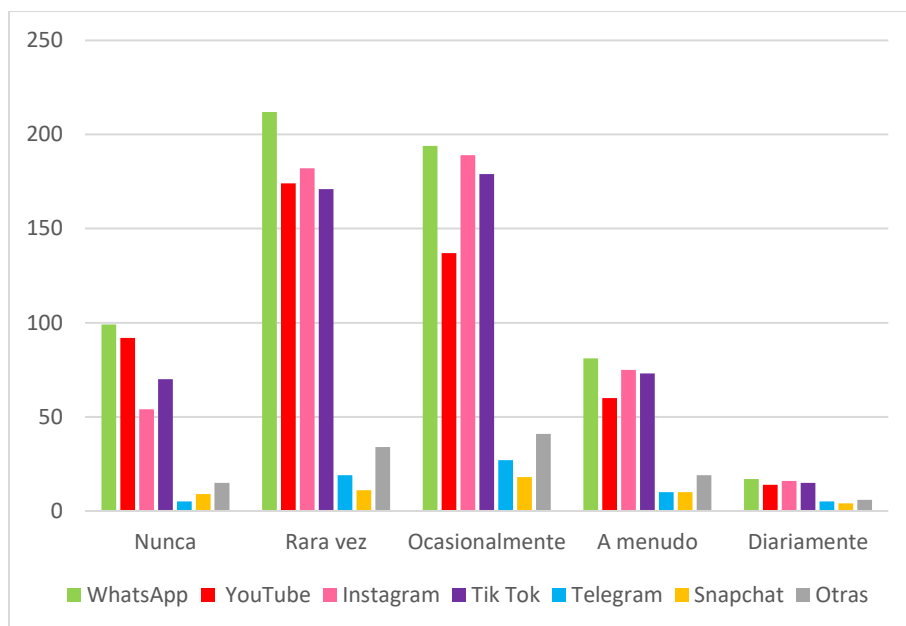
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra estuvo compuesta por 638 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria de la provincia de Guadalajara, de los cuales 332 eran hombres (52,2%) y 305 mujeres (47,8%) con una edad media de 14,10 años (DT = 1,364). En primer lugar, se analizó la relación entre el tiempo de uso de redes sociales y la frecuencia con la que los adolescentes comparten imágenes personales. Los resultados mostraron una correlación positiva y significativa: a mayor tiempo de conexión, mayor tendencia a compartir contenido. Esta relación se observó tanto entre semana ($p = 0,255$; $p < 0,001$) como durante los fines de semana ($p = 0,286$; $p < 0,001$), indicando que el incremento del tiempo de uso se asocia de forma consistente con una mayor exposición en línea.

Del mismo modo, el análisis reveló que disponer de un mayor número de cuentas en distintas redes sociales se relaciona con una frecuencia más elevada de publicación de fotografías. En concreto, se halló una correlación positiva y significativa ($r = 0,235$; $p < 0,001$), lo que confirma que cuantos más perfiles poseen los estudiantes, más comparten contenido. Esta tendencia se refleja en los gráficos individuales por plataforma, donde Instagram, TikTok y WhatsApp aparecen como los espacios más relevantes para la publicación de imágenes (Figura 1).

Figura 1

Frecuencia de publicación de imágenes según la red social utilizada



En cuanto a las diferencias de género (Tabla 1), los datos evidencian patrones diferenciados. Las chicas reportaron compartir fotografías personales con mayor frecuencia que los chicos ($\chi^2(4) = 48,861$; $p < 0,001$). Además, también editaron más sus imágenes aplicando filtros ($\chi^2(4) = 20,055$; $p < 0,001$) y mostraron mayor tendencia a publicar contenidos que incluían datos personales como ubicación o información del centro escolar ($\chi^2(4) = 10,895$; $p = 0,028$). Respecto al intercambio de fotografías en ropa de baño o interior, las diferencias por género no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2(4) = 8,120$; $p = 0,087$), aunque la frecuencia fue ligeramente superior entre las mujeres.

Tabla 1

Tendencias de publicación de imágenes en redes sociales por género

Género	Frecuencia de variables				
	Comparto fotos más en redes sociales				
	Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	A menudo	Diariamente
Mujer	79	137	79	33	5
Hombre	31	86	123	52	13
	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Edito mis fotos con filtros					
Mujer	198	74	45	11	5
Hombre	134	78	76	14	3
Comparto fotos o vídeos que pueden incluir datos personales (ubicación, nombre de mi instituto, etc)					
Mujer	168	70	36	1	2
Hombre	125	89	43	4	3
Comparto fotos más en ropa interior o de baño					
Mujer	225	47	3	1	1
Hombre	192	57	11	2	1

Otro de los hallazgos relevantes se relaciona con las dinámicas familiares. Los resultados indicaron que cuando las familias comparten más imágenes de sus hijos en redes sociales, los adolescentes tienden también a hacerlo con mayor frecuencia. Esta relación fue significativa y de intensidad moderada ($r = 0,280$; $p < 0,001$). Sin embargo, al analizar únicamente el subgrupo de participantes que reportaron que sus progenitores comparten imágenes suyas, se observó una correlación negativa y significativa entre la incomodidad declarada y la práctica de publicación ($r = -0,121$; $p = 0,0148$). Esto sugiere que, aunque algunos adolescentes normalizan el hecho de que sus padres publiquen fotos, aquellos que expresan mayor malestar tienden a compartir menos en sus propias redes sociales.

En conjunto, los resultados muestran una estrecha relación entre el tiempo de conexión, la diversidad de plataformas utilizadas, las prácticas familiares y las diferencias de género, lo que permite comprender mejor los factores que influyen en el comportamiento de los adolescentes en torno al *sharenting* y la gestión de su identidad digital.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos evidencian que la publicación de imágenes en redes sociales está relacionada con factores individuales y familiares. A nivel personal, pasar más tiempo en línea y tener perfiles en varias plataformas aumenta la probabilidad de compartir fotografías. Asimismo, se observaron diferencias de género, siendo las chicas quienes publican y editan con mayor frecuencia, y quienes muestran más datos personales, lo que las sitúa en una posición de mayor exposición. En el ámbito familiar, la práctica de *sharenting* se asocia directamente con los comportamientos adolescentes, reforzando la normalización de la sobreexposición digital. Sin embargo, quienes expresan incomodidad hacia la publicación parental tienden a ser más cautos en su propia conducta. Estos resultados, en consonancia con la literatura previa sobre motivaciones, autorrepresentación y riesgos de privacidad, destacan la necesidad de fomentar la alfabetización digital y la reflexión crítica sobre la gestión de la identidad y los límites entre lo público y lo privado, tanto en el contexto educativo como en el familiar.

REFERENCIAS

- Arzumendi, M., et al. (2021). Adolescents' perceptions of parental sharenting. *Journal of Children and Media*, 15(2), 1–18. <https://doi.org/10.3145/epi.2021.jul.07>
- Bailey, E. R., Matz, S. C., Youyou, W., & Iyengar, S. S. (2020). Authentic self-expression on social media is associated with greater subjective well-being. *Nature communications*, 11(1), 4889. <https://doi.org/10.12840/issn.2255-4165.027>
- Brosch, A. (2018). Sharenting: Why do parents violate their children's privacy? *New Educational Review*, 52(2), 75–85. <http://hdl.handle.net/20.500.12128/16804>
- EUKidsOnline. (2019). Informe sobre hábitos digitales de familias en España.
- Feller, C., & Burroughs, B. (2021). Kidfluencers and the regulation of child labor in the social media economy. *Social Media + Society*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1177/15274764211052882>
- Garitaonandia, C., et al. (2020). Adolescents, sharenting and privacy: A European study. *Journal of Children and Media*, 14(3), 351–368. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.36>
- Haley, K. (2020). Sharenting and digital rights of the child. *International Journal of Law and the Family*, 34(1), 1–21. <https://www.repository.law.indiana.edu/ilj/vol95/iss3/9>
- Jiménez-Iglesias, E., et al. (2022). Children as commodities in digital media. *Comunicar*, 30(71), 49–58. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM.20767>

- Jorge, A., et al. (2021). Digital kidnapping: Risks of online exposure of children. *Cyberpsychology Journal*, 15(1), 20–32. <https://doi.org/10.1177/13675494211004593>
- Kopecky, K., et al. (2020). Sharenting and privacy of children in the digital age. *Children and Youth Services Review*, 112, 104890. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.104812>
- Lazard, A., et al. (2019). Digital parenting: Sharing, privacy, and identity. *Journal of Children and Media*, 13(4), 410–426. <http://10.1111/spc3.12443>
- Ouvrein, G., & Verswijvel, K. (2019). Sharenting: Parental sharing and children's digital identity. *Cyberpsychology*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2019.02.011>
- Saud, M., et al. (2020). Social media and COVID-19: Community and information seeking. *Technology in Society*, 63, 101331. <https://doi.org/10.1002/pa.2417>
- Siibak, A., & Traks, K. (2019). The dark side of sharenting. *Media International Australia*, 170(1), 86–95. https://doi.org/10.1386/cjcs.11.1.115_1
- Verswijvel, K., et al. (2019). Children's attitudes toward sharenting. *Journal of Adolescence*, 77, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2019.104401>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-24>

IMPACTO POSTPANDEMIA DEL COVID-19 EN LA CALIDAD DE VIDA, FUNCIONAMIENTO FAMILIAR Y ESTRÉS PERCIBIDO EN POBLACIÓN VULNERABLE DE ZONAS DE CONFLICTO ARMADO EN MONTERÍA, COLOMBIA

Celedón Rivero, Jose Carlos

Universidad Cooperativa de Colombia
Montería, Colombia

jose.celedon@campusucc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7909-7121>

Morales Martínez, Mario Alberto

Universidad de Guadalajara – Centro Universitario del Norte
Guadalajara, México

mario.mora@udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0866-9756>

Hernández Padilla, Juan Alberto

Centro de Educación y Atención en la Salud y Sexualidad
Guadalajara, México

joannes_alb@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2388-2301>

Guerrero Martelo, Manuel Francisco

Universidad Cooperativa de Colombia
Montería, Colombia

manuel.guerrerom@campusucc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3753-049X>

Blanquicett Romero, Julio Cesar

Universidad Cooperativa de Colombia
Montería, Colombia

julio.blanquicettr@campusucc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5975-5500>

RESUMEN

El estudio cuantitativo, con diseño transversal, evaluó el impacto de la pandemia y sus secuelas (postpandemia) sobre la calidad de vida, el funcionamiento familiar y el estrés percibido en una muestra de N = 726 adultos residentes en Montería (Córdoba, Colombia) identificados como población vulnerable por vivir en zonas de alta influencia del conflicto armado y con alta exposición a factores socioeconómicos adversos. Se aplicaron WHOQOL-BREF, APGAR familiar y la Escala de Estrés Percibido (PSS-10); los análisis incluyeron estadística descriptiva, correlaciones de Spearman y pruebas no paramétricas, además de análisis de odds ratio (Mantel-Haenszel) para asociaciones categóricas. Los resultados indican deterioro significativo

en la dimensión psicológica de la calidad de vida y niveles moderados de estrés percibido; el funcionamiento familiar mostró efecto protector frente al estrés ($r = -0,41$, $p < .01$) y se observaron ORs relevantes que asocian la experiencia de afectación por COVID-19 con mayor riesgo de peor calidad de vida y estrés (por ejemplo, OR CV ambiental = 2,53; OR estrés vs afectación salud F/M = 3,55). Estos hallazgos explican que los efectos de la pandemia persisten como determinantes de salud mental y bienestar en contextos de vulnerabilidad y conflicto, y demandan intervenciones psicosociales focalizadas que fortalezcan redes familiares y recursos comunitarios.

Palabras clave: calidad de vida, COVID-19, función familiar, postpandemia, estrés percibido.

ABSTRACT

This cross-sectional quantitative study (N = 726) examined the effects of the COVID-19 pandemic and its postpandemic sequelae on quality of life, family functioning and perceived stress among a vulnerable population residing in conflict-affected areas of Monteria, Córdoba, Colombia. Instruments included the WHOQOL-BREF, Family APGAR and the PSS-10. Nonparametric analyses, Spearman correlations and Mantel-Haenszel odds ratios were conducted. Psychological quality of life was the most affected domain and perceived stress levels were moderate. Family functioning acted as a protective factor against stress ($r = -0.41$, $p < .01$). Significant associations showed increased odds of poorer quality of life and higher stress among participants who reported COVID-19-related affectation (e.g., environmental QOL OR = 2.53; stress OR for health F/M affectation = 3.55). The results indicate persistent pandemic/postpandemic impacts on mental health and wellbeing in vulnerable, conflict-affected settings and highlight the need for targeted psychosocial interventions that reinforce family and community supports.

Keywords: conflict-affected populations, COVID-19, family functioning, postpandemic, quality of life.

1. INTRODUCCIÓN

La pandemia por COVID-19 constituyó un evento sanitario global cuyas consecuencias sobre la salud mental y el bienestar han persistido más allá de la etapa aguda del brote. Estas secuelas postpandemia se manifiestan en alteraciones de la calidad de vida, aumentos sostenidos del estrés percibido y cambios en el funcionamiento familiar. Cuando estos fenómenos ocurren en territorios con condiciones estructurales de vulnerabilidad, como zonas de alta influencia del conflicto armado, la confluencia de precariedad económica, restricciones en el acceso a servicios de salud y exposición a violencia agudiza y prolonga los efectos adversos sobre el bienestar individual y colectivo. Por tanto, resulta imprescindible estudiar la postpandemia desde una perspectiva contextualizada que considere la interacción entre la experiencia pandémica y los determinantes sociopolíticos locales.

La literatura indica que la calidad de vida multidimensional (física, psicológica, social y ambiental) y el estrés percibido están interrelacionados; asimismo, el funcionamiento familiar opera como modulador protector o, en condiciones de disfunción, como factor de riesgo. Sin embargo, la mayoría de los trabajos priorizaron la fase aguda de la pandemia y poblaciones urbanas con distinto grado de vulnerabilidad, generando un vacío en evidencia que articule explícitamente efectos postpandemia y contextos de conflicto. Este estudio aborda esa brecha mediante el análisis cuantitativo de una muestra local vulnerable, con el fin de derivar conclusiones orientadas a la planificación de intervenciones psicosociales en territorios afectados por violencia y privaciones estructurales.

Preguntas e hipótesis. La investigación indaga: *¿En qué medida los efectos de la pandemia y la postpandemia por COVID-19 se asocian con la calidad de vida, el funcionamiento familiar y los niveles de estrés percibido en población vulnerable que reside en zonas de alta influencia del conflicto armado en Montería (Córdoba, Colombia)?* Se plantean las siguientes hipótesis operativas: (H1) la afectación por COVID-19 se asocia con menores puntuaciones en calidad de vida; (H2) un mejor funcionamiento familiar se asocia con menores niveles de estrés percibido y mejores puntuaciones de QV; (H3) indicadores de vulnerabilidad estructural (desempleo, bajos ingresos, residencia en zonas de influencia del conflicto) incrementan el riesgo de peor calidad de vida y estrés postpandemia. Estas hipótesis se fundamentan en marcos teóricos transaccionales del estrés y en evidencia previa sobre función familiar como factor protector.

Objetivo general. Determinar el impacto de la pandemia y sus secuelas postpandemia sobre la calidad de vida, el funcionamiento familiar y el estrés percibido en población vulnerable residente en zonas de alta influencia del conflicto armado en Montería, Córdoba, Colombia. Objetivos específicos: describir características sociodemográficas y afectaciones por COVID-19; cuantificar niveles de QV, APGAR familiar y PSS-10; analizar asociaciones entre variables; estimar riesgos (OR) de peor QV y estrés en función de afectación por COVID-19 y condiciones de vulnerabilidad.

2. MARCO CONCEPTUAL

El estudio se fundamenta en tres marcos conceptuales integradores. Primero, la calidad de vida se define como constructo multidimensional, física, psicológica, social y ambiental; que articulan condiciones objetivas y percepciones subjetivas del bienestar (Ardila, 2003; WHO, 1996). Esta visión permite vincular determinantes estructurales (acceso a servicios, condiciones de vivienda, seguridad) con evaluaciones personales de bienestar, esencial para interpretar efectos postpandemia en contextos de conflicto.

Segundo, el enfoque cognitivo-transaccional del estrés plantea que la experiencia estresora resulta de la evaluación dinámica entre demandas ambientales y recursos de afrontamiento disponibles; la percepción de amenaza, más que la mera exposición, modula la intensidad del estrés (Lazarus & Folkman, 1984; Dahab, Rivadeneira & Minici, 2010). En este marco, afectaciones por COVID-19 (salud, economía, empleo, pérdida de redes) son estresores relevantes cuando los recursos familiares y comunitarios son insuficientes.

Tercero, el funcionamiento familiar se considera un recurso psicosocial central que puede operar como factor protector o, cuando está deteriorado, como amplificador de riesgo (Smilkstein, 1978; Díaz-Cárdenas et al., 2017). La evidencia indica que familias funcionales proveen apoyo instrumental y emocional que reduce la percepción de amenaza y mejora la adaptación frente a estresores colectivos (Lacomba-Trejo et al., 2020; Callupe-Laura et al., 2022).

La literatura sobre la pandemia documenta impactos persistentes en salud mental (ansiedad, depresión, alteraciones del sueño) y en dimensiones de la calidad de vida, con mayor intensidad en contextos socioeconómicos desfavorecidos (Brooks et al., 2020; Wang et al., 2020; Huang & Zhao, 2020). En zonas de alta influencia del conflicto armado, la interacción entre afectación pandémica y determinantes estructurales (violencia, pobreza, limitación de servicios) amplifica la vulnerabilidad y dificulta la recuperación postpandemia. Este andamiaje teórico orientó la selección de instrumentos (WHOQOL-BREF, PSS-10, Family APGAR) y la interpretación de correlaciones y odds ratios en la muestra estudiada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y muestra. Estudio cuantitativo, descriptivo-correlacional de corte transversal. La muestra estuvo conformada por $N = 726$ adultos (18–55 años) residentes en Montería, seleccionados por conveniencia durante mayo-julio 2023; la muestra fue caracterizada como población vulnerable por residencia en zonas de alta influencia del conflicto armado y por indicadores socioeconómicos adversos. El protocolo contó con aprobación ética institucional y consentimiento informado de los participantes.

Instrumentos. WHOQOL-BREF para calidad de vida (dominios: físico, psicológico, social, ambiental); Family APGAR para funcionamiento familiar; Perceived Stress Scale (PSS-10) para estrés percibido. Los instrumentos presentan evidencias de validez y consistencia en contextos colombianos y latinoamericanos, y se emplearon en sus versiones estandarizadas; las puntuaciones fueron transformadas y categorizadas según criterios instrumentales.

Procedimiento y análisis. Recolección por encuesta digital; codificación y análisis en SPSS v.29. Se evaluó la normalidad (Kolmogórov-Smirnov) y, ante la no normalidad, se emplearon pruebas no paramétricas: Mann-Whitney U para comparaciones bivariadas, coeficiente de correlación de Spearman para relaciones entre escalas y pruebas de Mantel-Haenszel para estimación de odds ratios (OR) e intervalos de confianza 95 % en asociaciones categóricas. Se reportan medias, DT, correlaciones y OR relevantes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra fue mayoritariamente femenina (67,8 %) y joven (edad media $\approx 30,8$ años, $DT = 11,1$). Las puntuaciones promedio indicaron: APGAR familiar $M = 14,94$ ($DT = 0,17$); PSS-10 $M = 16,09$ ($DT = 0,21$); WHOQOL-BREF dimensiones: física $M = 25,47$ ($DT = 0,16$), psicológica $M = 22,24$ ($DT = 0,15$), social $M = 10,64$ ($DT = 0,09$) y ambiental $M = 27,42$ ($DT = 0,17$); QV total $M = 85,77$ ($DT = 0,48$). Estos valores reflejan un deterioro relativo en la dimensión psicológica y niveles moderados de estrés percibido en la muestra vulnerable.

Las correlaciones observadas (APGAR $\times$ PSS-10 $r = -0,410$; QV psicológica $\times$ PSS-10 $r = -0,671$; $p < .01$) muestran una relación inversa consistente entre funcionalidad familiar, calidad de vida psicológica y estrés percibido. Este patrón es coherente con el modelo transaccional del estrés, que plantea que la evaluación de demandas y recursos determina la respuesta estresora (Lazarus & Folkman, 1984; Dahab et al., 2010).

Los odds ratios observados (por ejemplo, OR QV ambiental $\approx 2,53$; OR estrés por afectación de salud $\approx 3,55$) indican que la experiencia de afectación por COVID-19 incrementa la probabilidad de presentar peor calidad de vida y mayores niveles de estrés. Estos hallazgos concuerdan con estudios que documentaron efectos adversos de la pandemia sobre salud mental y bienestar, particularmente en contextos de precariedad económica y debilitamiento de redes de soporte (Brooks et al., 2020; Salameh et al., 2020).

La fuerte correlación negativa entre QV psicológica y estrés enfatiza que manifestaciones como ansiedad, percepción de amenaza y alteración del sueño fueron marcadas en este contexto, coherente con estudios internacionales (Huang & Zhao, 2020; Ozamiz-Etxebarria et al., 2020). Contextualizar estos hallazgos en zonas de alta influencia del conflicto armado ofrece una lectura crítica: la exposición persistente a amenazas sociopolíticas, la limitada cobertura de servicios de salud mental y la fragilidad de redes socioeconómicas amplifican y prolongan las secuelas postpandemia. Siguiendo una definición integradora de calidad de vida (Ardila, 2003), el bienestar resulta de factores biomédicos, ambientales y comunitarios; por tanto, el deterioro observado refleja la intersección entre afectación pandémica y determinantes estructurales.

Los resultados orientan tres prioridades: (1) fortalecer la función familiar mediante programas psicoeducativos y terapias familiares breves; (2) ampliar el acceso a servicios de salud mental comunitaria con intervenciones psicosociales adaptadas a contextos de conflicto; y (3) implementar medidas socioeconómicas focalizadas (empleo local, subsidios temporales). El diseño transversal impide establecer relaciones causales; el muestreo no probabilístico limita la generalización; y el autoinforme puede introducir sesgos de memoria o deseabilidad social. La recolección digital pudo subrepresentar a personas con barreras tecnológicas.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de las variables principales (N = 726)

Variable	Media	DT	Mínimo	Máximo
APGAR familiar	14,94	0,17	0	20
Estrés percibido (PSS-10)	16,09	0,21	0	40
Calidad de vida física	25,47	0,16	7	35
Calidad de vida psicológica	22,24	0,15	6	30
Calidad de vida social	10,64	0,09	3	15
Calidad de vida ambiental	27,42	0,17	8	40
Calidad de vida total	85,77	0,48	24	120

Nota. Las puntuaciones fueron transformadas según criterios de cada instrumento. Se observa un deterioro relativo en la dimensión psicológica y niveles moderados de estrés percibido.

Tabla 2
Odds ratios de la afectación por COVID-19 sobre calidad de vida y estrés

Variable dependiente	OR	IC 95 %
Calidad de vida ambiental (menor)	2,53	1,87–3,41
Estrés percibido (alto) vs afectación salud física/mental	3,55	2,57–4,88
Calidad de vida psicológica (menor)	2,10	1,54–2,86
Calidad de vida total (menor)	1,92	1,40–2,63

Nota. OR = razón de odds. IC = intervalo de confianza. Se observa que la afectación por COVID-19 incrementa significativamente la probabilidad de presentar mayor estrés percibido y menor calidad de vida, especialmente en las dimensiones ambiental y psicológica.

5. CONCLUSIONES

El estudio documenta que, en una muestra vulnerable residente en zonas de alta influencia del conflicto armado (N = 726), los efectos de la pandemia y la postpandemia por COVID-19 se

asocian con deterioro en la calidad de vida, particularmente en la dimensión psicológica, y con niveles moderados de estrés percibido. El funcionamiento familiar actúa como factor protector frente al estrés y mejora expectativas de bienestar; por el contrario, la afectación por COVID-19 incrementa significativamente el riesgo de peor QV y estrés en áreas críticas (salud física/mental, economía, vida general). Se recomienda priorizar intervenciones psicosociales focalizadas en fortalecimiento familiar, acceso a salud mental comunitaria y programas socioeconómicos de mitigación en territorios afectados por conflicto.

REFERENCIAS

- Ardila, R. (2003). Calidad de vida: una definición integradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 35(2), 161–164. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2834598>
- Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395(10227), 912-920. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)
- Callupe-Laura, E., Mamani-Benito, O., & Carranza-Esteban, R. F. (2022). Funcionamiento familiar y afrontamiento resiliente en padres de familia peruanos: Estudio realizado durante la pandemia COVID-19. *Propósitos y Representaciones*, 10(2), e1419. <https://doi.org/10.20511/pyr2022.v10n2.1419>
- Campo-Arias, A., Bustos-Leiton, G. J., & Romero-Chaparro, A. (2009). Consistencia interna y dimensionalidad de la Escala de Estrés Percibido (EEP-10 y EEP-14) en una muestra de universitarias de Bogotá, Colombia. *Aquichan*, 9(3), 271–280. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-59972009000300007&script=sci_arttext
- Dahab, J., Rivadeneira, C., & Minici, A. (2010). El enfoque cognitivo-transaccional del estrés. *Revista de Terapia Cognitivo Conductual*, 18(1), 1–6. <https://cetecic.com.ar/revista/el-enfoque-cognitivo-transaccional-del-estres/>
- Díaz-Cárdenas, S., Tirado-Amador, L., & Simancas-Pallares, M. (2017). Validez de constructo y confiabilidad de la APGAR familiar en pacientes odontológicos adultos de Cartagena, Colombia. *Revista UIS Salud*, 49(4), 541–548. <https://doi.org/10.18273/revsal.v49n4-2017003>
- Huang, Y., & Zhao, N. (2020). Generalized anxiety disorder, depressive symptoms and sleep quality during COVID-19 outbreak in China: A web-based cross-sectional survey. *Psychiatry Research*, 288, 112954. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112954>
- Lacomba-Trejo, L., Valero-Moreno, S., Postigo-Zegarra, S., Pérez-Marín, M., & Montoya-Castilla, I. (2020). Ajuste familiar durante la pandemia de la COVID-19: Un estudio de díadas. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 7(3), 66–72. <https://doi.org/10.21134/rpcna.2020.mon.2035>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-39903-0_215.pdf
- Ozamiz-Etxebarria, N., Dosil-Santamaría, M., Picaza-Gorrochategui, M., & Idoiaga-Mondragón, N. (2020). Niveles de estrés, ansiedad y depresión en la primera fase del brote del COVID-19 en una muestra recogida en el norte de España. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(4), e00054020. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00054020>
- Salameh, P., Aline, H., Badro, D. A., Abou Selwan, C., Randa, A., & Sacre, H. (2020). Mental health outcomes of the COVID-19 pandemic and a collapsing economy: Perspectives from a developing country. *Psychiatry Research*, 294, 113520. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113520>

- Smilkstein, G. (1978). The Family APGAR: A proposal for family function test and its use by physicians. *Journal of Family Practice*, 6(6), 1231–1239. <https://surl.li/wjrsmi>
- Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C. S., & Ho, R. C. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1729. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051729>
- World Health Organization. (1996). *WHOQOL-BREF: Introduction, administration, scoring and generic version of the assessment*. WHO. <https://coilink.org/20.500.12592/kkzqj9>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-25>

PATRONES DE CONSUMO DE LOS SALVADOREÑOS SOSTENIBLES AMBIENTALMENTE

Castillo Ponce, Bryan Alejandro

Universidad Dr. José Matías Delgado

Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202101911@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2635-8977>

Sagastume Gatica, Josué Caleb

Universidad Dr. José Matías Delgado

Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202101712@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7819-2021>

Rosales Arévalo, María Delia

Universidad Dr. José Matías Delgado

Antiguo Cuscatlán, El Salvador

mdrosalesa@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-7872>

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar los patrones de consumo de los salvadoreños sostenibles, identificando los factores que influyen en sus decisiones de compra y la manera en que adoptan hábitos responsables con el medio ambiente. Se abordó la relación entre el consumo sostenible y los aspectos económicos, sociales y ambientales que inciden en la preferencia de productos y servicios sostenibles. El diseño de la investigación es cuantitativo, con un enfoque concluyente y descriptivo de tipo transversal simple, donde se empleó un muestreo aleatorio simple con una muestra de 384 informantes en San Salvador. Los principales resultados indican que, aunque existe un nivel de conciencia ambiental, la mayoría de los consumidores (65.1%) sigue prefiriendo productos convencionales, y una mayoría similar (53.13%) no ha adquirido servicios sostenibles, demostrando que los hábitos tradicionales aún predominan sobre las prácticas sostenibles. Las conclusiones señalan una brecha significativa entre la conciencia y la acción, influenciada por factores como el costo, la disponibilidad y la falta de información clara, lo que subraya la necesidad de fortalecer la educación y el acceso a opciones sostenibles para consolidar un cambio real en los hábitos de consumo de la población.

Palabras clave: Consumo sostenible, El Salvador, patrones de consumo, sostenibilidad.

ABSTRACT

This research aims to analyze the consumption patterns of sustainable Salvadorans, identifying the factors that influence their purchasing decisions and how they adopt environmentally responsible habits. The relationship between sustainable consumption and the economic, social, and environmental aspects that affect the preference for sustainable products and services was addressed. The research design is quantitative, with a conclusive and descriptive cross-sectional approach, using a simple random sample of 384 informants in San Salvador. The main results indicate that, although there is a level of environmental awareness, the majority of consumers (65.1%) still prefer conventional products, and a similar majority (53.13%) has not acquired

sustainable services, showing that traditional habits still prevail over sustainable practices. The conclusions point to a significant gap between awareness and action, influenced by factors such as cost, availability, and the lack of clear information, highlighting the need to strengthen education and access to sustainable options to consolidate a real change in the population's consumption habits.

Keywords: Consumer patterns, El Salvador, sustainability, sustainable consumption.

1. INTRODUCCIÓN

La transición hacia un consumo responsable es un imperativo en la agenda de desarrollo sostenible global, impulsando a las sociedades a reconsiderar sus patrones de producción y consumo. Para El Salvador, una nación con alta vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, comprender los hábitos de su población es un pilar esencial para la construcción de un futuro resiliente. A pesar de los compromisos nacionales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, persiste una notable brecha entre las políticas adoptadas y las prácticas de compra cotidianas de la ciudadanía. Esta investigación se justifica en la necesidad crítica de generar datos empíricos sobre las barreras y motivaciones que definen el comportamiento del consumidor salvadoreño. Por tanto, el presente estudio tiene como objetivo general analizar dichos patrones de consumo, para lo cual se busca identificar el perfil del consumidor, conocer sus gustos y preferencias, y finalmente evaluar su experiencia al interactuar con los productos y servicios responsables disponibles en el mercado.

2. MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo sostenible se define como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas, equilibrando el crecimiento económico, la equidad social y la protección ambiental. Este concepto se apoya en modelos como la economía circular, que busca extender el ciclo de vida de los productos mediante la reutilización y el reciclaje, en contraste con el modelo lineal tradicional de "tomar, hacer y desechar" (BBVA, 2025).

La teoría del comportamiento del consumidor sostiene que la conducta de compra está influenciada por múltiples factores que se pueden agrupar en culturales, sociales, personales y psicológicos. En el ámbito del consumo sostenible, estos factores adquieren relevancia especial, ya que además de evaluar atributos tradicionales del producto como calidad y precio, el consumidor incorpora criterios relacionados con el impacto ambiental y social de sus elecciones (Mineros et al., 2024). Este enfoque amplía la comprensión del comportamiento de compra hacia una perspectiva responsable y consciente, donde la sostenibilidad se convierte en un eje central que moldea decisiones y hábitos de consumo (Rodríguez & López, 2025).

Los patrones de consumo reflejan no solo las preferencias individuales, sino también la interacción con el entorno socioeconómico y la disponibilidad de productos sostenibles. La accesibilidad económica y la conciencia ecológica son elementos que condicionan el desarrollo de hábitos de compra que favorecen la sostenibilidad, siendo necesario considerar además los impactos éticos y ambientales durante todo el ciclo de vida del producto, desde su producción hasta su disposición final (Sánchez & García, 2023). La influencia social juega un papel destacado, dado que grupos y comunidades con valores afines pueden incentivar comportamientos de consumo más responsables, fortaleciendo así la adopción de prácticas sostenibles (Pérez et al., 2024).

El perfil del consumidor, entendido desde dimensiones demográficas, psicográficas, conductuales y culturales, es clave para diseñar estrategias efectivas que promuevan el consumo sostenible. La segmentación por edad, nivel socioeconómico, valores y normas sociales permite

identificar motivaciones y barreras específicas, facilitando la personalización de mensajes y productos que respondan a las necesidades y expectativas de distintos grupos (Martínez & Ramírez, 2025). Comprender estas características ayuda a las empresas y organizaciones a fomentar una cultura de consumo responsable alineada con los objetivos de desarrollo sostenible, incentivando la corresponsabilidad intergeneracional y el compromiso ético de los consumidores (Fernández & Torres, 2023).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación proporciona información suficiente para juzgar su validez y reproducibilidad. Se detalla a continuación el tipo, diseño y alcance del estudio:

- El tipo de investigación: Se realizó una investigación de campo, ya que los datos se recopilaron directamente de los consumidores en su entorno de compra habitual.
- El diseño de la investigación: Se empleó un diseño cuantitativo, con un enfoque concluyente y descriptivo. Esto permitió describir de manera precisa las características y comportamientos de la población estudiada.
- El alcance de la investigación: El alcance fue descriptivo, buscando especificar las propiedades y perfiles de los consumidores salvadoreños en relación con el consumo sostenible.

Se aplicó un diseño transversal simple, recogiendo datos en un único momento para analizar los patrones de consumo. El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario estructurado con preguntas cerradas de opción múltiple. La muestra fue de 384 informantes, calculada para una población desconocida con un 95% de nivel de confianza y un 5% de error máximo admisible. El método de muestreo fue aleatorio simple. Los datos fueron recolectados en tres centros comerciales de San Salvador y analizados con el software Power BI.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos de la investigación revelan una brecha significativa entre la conciencia ambiental y el comportamiento de compra (ver Tabla 1). Aunque existe familiaridad con los productos sostenibles, la preferencia mayoritaria sigue siendo por las opciones convencionales.

Tabla 1

Preferencia de tipo de producto

Tipo de producto	Frecuencia	Porcentaje
Convencionales	250	65.1%
Sostenibles con el medio ambiente	134	34.9%
Total	384	100%

Nota. Datos extraídos del análisis de 384 encuestas que muestran la preferencia de compra entre productos convencionales y sostenibles.

Como se observa en la Tabla 1, una mayoría significativa del 65.1% de los encuestados sigue prefiriendo productos convencionales. Esto refleja que, a pesar de una creciente conciencia global, los patrones de consumo tradicionales están fuertemente arraigados en el mercado salvadoreño. La discusión de estos resultados sugiere que factores como el precio, la conveniencia, la disponibilidad y la fuerza de la costumbre son barreras importantes para la adopción de alternativas sostenibles. Además, el perfil demográfico, con una alta proporción de jóvenes (39.32% entre 18-25 años), indica un potencial para el cambio, ya que este segmento suele estar más abierto a nuevas tendencias. Sin embargo, la acción de compra no refleja aún esta apertura. La experiencia de consumo también es un factor clave; un 41.93% de los encuestados considera que los productos sostenibles requieren un "esfuerzo adicional" para ser

integrados en su rutina, lo que dificulta su adopción generalizada. Estos resultados demuestran que, sin estrategias que mejoren la accesibilidad y comuniquen claramente el valor agregado de los productos sostenibles, el cambio en los patrones de consumo será lento.

5. CONCLUSIONES

El análisis del perfil del consumidor sostenible en El Salvador revela una tendencia predominante en jóvenes, con educación superior, principalmente mujeres, que residen en zonas urbanas. Aunque este segmento muestra apertura al cambio, se evidencia una brecha entre la conciencia ambiental y la adopción de prácticas sostenibles consistentes, pues la mayoría de los informantes no cumple con los criterios para ser considerado un consumidor sostenible. Los gustos y preferencias se inclinan mayoritariamente hacia productos y servicios convencionales, donde el consumo de alternativas ecológicas es esporádico y no está integrado en los hábitos de compra cotidianos, influenciado por la percepción de costos elevados y la limitada disponibilidad en el mercado. La experiencia del consumidor es mixta; si bien algunos valoran la calidad, una parte considerable mantiene una postura neutral, reflejando una falta de familiaridad y confianza. La innovación tecnológica es reconocida, pero no lo suficiente para generar una experiencia de consumo diferenciada y sólida que asocie claramente la sostenibilidad con un valor agregado.

REFERENCIAS

- BBVA. (2025, 10 de agosto). *¿Qué es el desarrollo sostenible? Del concepto a los objetivos*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-desarrollo-sostenible-del-concepto-a-los-objetivos/>
- Fernández, C. & Torres, J. (2023). Perfil del consumidor responsable y estrategias para fomentar la sostenibilidad. *Estudios de Mercado y Sociedad*, 7(4), 101-115.
- Martínez, G. & Ramírez, D. (2025). Segmentación del consumidor para estrategias de marketing sostenible. *Informes de Investigación en Marketing*, 9(2), 33-50.
- Mineros, J., Gómez, A. & Ramírez, L. (2024). Comportamiento del consumidor y sostenibilidad: nuevos enfoques para la toma de decisiones responsables. *Revista de Marketing Sostenible*, 12(3), 45-60.
- Pérez, F., Hernández, V. & Cruz, M. (2024). Influencias sociales en el comportamiento de compra sostenible. *Revista de Psicología Social*, 20(1), 12-28.
- Rodríguez, M. & López, P. (2025). Consumo consciente y factores psicosociales en la elección de productos sostenibles. *Journal of Consumer Behavior*, 8(1), 22-37.
- Sánchez, R. & García, E. (2023). Impacto de la conciencia ecológica en el desarrollo de hábitos sostenibles de consumo. *Ecología y Sociedad*, 15(2), 74-89.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-26>

MAS ALLÁ DEL PROTOBOARD: DISEÑO DE MÓDULO ESPECIALIZADO EN LA ENSEÑANZA DE LA ELECTROTECNIA

Lima Herrera, Sara Lilia
Instituto Politécnico Nacional
CDMX, México
slimah@ipn.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6226-7601>

Ramírez Rodríguez, Edgar Miguel
Instituto Politécnico Nacional
CDMX, México
eramirezr@ipn.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3309-5557>

RESUMEN

La electricidad es un pilar fundamental en la vida moderna, presente en prácticamente todas las actividades cotidianas. No obstante, gran parte de la población desconoce sus principios básicos, lo que limita la comprensión de la tecnología que nos rodea. Para estudiantes de educación en nivel medio superior (16-18 años) que cursan carreras tecnológicas relacionadas con electrónica o electricidad esta situación representa un área de oportunidad educativa clave para fortalecer su aprendizaje, es por ello que se propone el diseño e implementación de módulos didácticos interactivos que permitan realizar prácticas alineadas con el enfoque pedagógico STEAM, el cual no solo busca desarrollar habilidades técnicas, si no también fomentar creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Además, al considerar criterios como la accesibilidad y la sostenibilidad ambiental, se promueve la integración social y la formación de ciudadanos responsables de su entorno. De esta manera, la enseñanza se transforma en una experiencia dinámica y activa, preparando a los estudiantes para enfrentar los retos tecnológicos y sociales del futuro con una visión innovadora y sustentable.

Palabras clave: Educación tecnológica, Electricidad, Innovación, Sostenibilidad, STEAM.

ABSTRACT

Electricity is a fundamental pillar in modern life, present in practically all daily activities. However, a large part of the population is unaware of its basic principles, which limits our understanding of the technology that surrounds us. For high school education students (16-18 years old) who pursue technological careers related to electronics or electrics, this situation represents an area of key educational opportunity to strengthen their learning, which is why the design and implementation of interactive teaching modules is proposed that allow for practices aligned with the STEAM pedagogical approach, which not only seeks to develop technical skills, but also encourage creativity, critical thinking and collaborative work. Furthermore, by considering criteria such as accessibility and environmental sustainability, social integration and the formation of citizens responsible for their environment are promoted. In this way, teaching becomes a dynamic and active experience, preparing students to face the technological and social challenges of the future with an innovative and sustainable vision.

Keywords: Technological education, Electricity, Innovation, Sustainability, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

En los métodos tradicionales de enseñanza el profesor cumple la función de controlar la información y transmitirla a los alumnos, esto en el ámbito de la realización de prácticas de electricidad y electrónica genera problemáticas, como pueden ser, frustración de que existan cables sueltos, conexiones mal hechas, fallas difíciles de diagnosticar y que la atención se enfoca en que el circuito funcione, en lugar de entender cómo y porque funciona dicho circuito. Los diferentes Módulos educativos propuestos son la pieza clave para superar estos obstáculos, ya que son placas prediseñadas con un propósito pedagógico específico que aíslan un concepto para estudiarlo a profundidad. Cada módulo está diseñado para enseñar un concepto específico de acuerdo con las practicas del plan de estudios de la asignatura de “Electrotecnia de Corriente Continua y Corriente Alterna (ECCyCA)” que se imparte en el tercer nivel de la carrera de Técnico en Mecatrónica en el nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional.

2. MARCO CONCEPTUAL

En los estudios de técnico en mecatrónica del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos #9 Juan de Dios Batiz (CECyT 9), una de las Unidades de Aprendizaje que es más demandante para el alumnado es ECCyCA. Históricamente en el CECyT No. 9 la calificación promedio de la materia es de 7.14 aunado a un índice de reprobación del 8.61%. Oficina de Gestión Escolar del CECyT 9 (2025).

Con base a una retroalimentación previamente realizada se obtuvieron los siguientes datos:

Perspectiva estudiantil:

1. Sobrecarga temática en el plan de estudios.
2. Exigencias matemáticas elevadas para el análisis de circuitos.
3. Dificultad para integrar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas.

Perspectiva docente:

1. Limitaciones en infraestructura para prácticas estandarizadas.
2. Escasa vinculación pedagógica entre teoría y práctica.
3. Restricciones temporales para abordar temas con profundidad y personalización.

La implementación de Módulos de practica para apoyar en la enseñanza es algo nuevo, pero aún así podemos encontrar información con diferentes resultados, como pueden ser la experiencia de la Unidad Educativa Privada San Judas Tadeo. Las autoras, mediante la observación directa, determinaron cuáles son habilidades necesarias que se deben desarrollar en los estudiantes para trabajar con las tecnologías de información y comunicación (TIC) al diseñar su prototipo para apoyar el método de enseñanza basado en proyectos. Valbuena, L. D. C. F., & Luxardo, N. D. C. L. (2022).

O como lo señala Cedeño Ferrin en sus estudios de la Universidad Estatal del Sur de Manabi *“Otras de las maneras eficaces para el aprendizaje del funcionamiento de los circuitos digitales, es la práctica en clases o experimentos con cada uno o varios de los instrumentos digitales, los cuales muestran el funcionamiento en tiempo real de dichos componentes”* Vera Choez, E. X. (2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta que el objetivo es desarrollar un “Sistema Educativo Digital interactivo”, el cual pueda personalizar el aprendizaje buscando aumentar el 15% el rendimiento académico y reducir el índice de reprobación se hizo una investigación de tipo aplicada, ya que se diseña, desarrolla e implementa la producción tecnológica para resolver una problemática concreta.

Se le da un enfoque mixto, integrando el método cuantitativo para medir de manera numérica el impacto en el rendimiento académico y el índice de reprobación, y el método cualitativo para

evaluar la percepción de los estudiantes sobre la integración teórico práctica y la utilidad del sistema. El grupo experimental recibirá la instrucción mediante el sistema interactivo mientras el grupo de control continuará con la metodología de enseñanza tradicional, lo que hace que sea una investigación cuasi- experimental.

La población objetivo son los estudiantes inscritos a la asignatura de ECCyCA en el tercer nivel de técnico en mecatrónica en el CECyT9 Juan de Dios Batiz.

La muestra será no probabilística por conveniencia, e incluirá a la totalidad de la población. Los grupos se conformarán de manera natural de acuerdo con su horario de clase.

Se realizará una prueba de equivalencia mediante un examen diagnostico para garantizar que ambos grupos son comparables al inicio del estudio.

Fase 1: Desarrollo del Sistema.

Planear y crear los materiales audiovisuales, tutoriales, actividades de reforzamiento y evaluación y los experimentos para cada aprendizaje esperado marcado en el Plan de Estudios con el fin de impulsar el rendimiento académico de los estudiantes, alineándolos con la taxonomía de Bloom y los Objetivos del Desarrollo Sustentable 4,8,9, 10 y 17.

Diseño y desarrollo de prácticas de laboratorio avaladas en el Plan de Estudios vigente, garantizando coherencia con la teoría.

Fase 2: Creación de los Módulos.

Por medio de Microcontroladores, circuitería auxiliar y mecánica básica se desarrollara un módulo que los estudiantes de electrotecnia puedan utilizar como herramienta interactiva y didáctica para comprender principios de generación de electricidad, conexión de resistencias, código de colores en resistencias y lectura de valores eléctricos. Todo esto integrado en una sola unidad portátil y segura, ideal para laboratorios.

El módulo se dividirá en tres secciones principales: interfaz e información, experimentación física y control y medición.

Fase 3: Implementación y Evaluación

Ambos grupos realizaran una prueba y se recopilaran los promedios académicos históricos e índices de reprobación previos.

Se contará un sistema de retroalimentación automático con cuestionarios y ejercicios.

El grupo experimental utilizarán los diferentes Módulos de acuerdo al tema visto en clase, mientras el grupo de control seguirá la metodología tradicional.

Al finalizar el curso ambos grupos realizarán la misma evaluación final, se recolectarán los datos cualitativos de la percepción sobre la integración teórico- práctica.

Tendremos como instrumentos:

- Examen estandarizado validado por tres profesores.
- Índice de reprobación, proporcionado por gestión escolar.
- Guía de entrevista semiestructurada para los grupos.

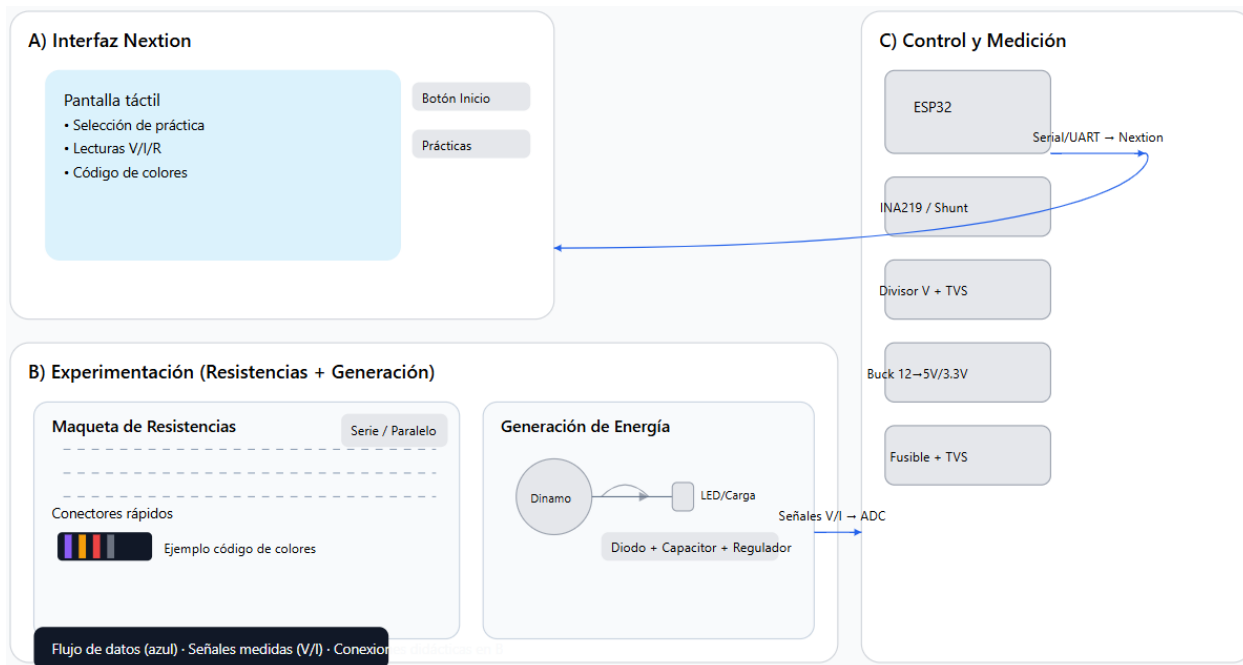
El principal material serán los Módulos electrónicos, en el cual se documentarán las prácticas, instrumentos y herramientas utilizadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La educación activa genera que el interés de los estudiantes se incremente, lo que les permite asimilar los conocimientos que le son necesarios para su desarrollo armónico. Con esto en mente se revisó el Plan de estudios de la asignatura de ECCyCA y se definió los límites de las prácticas, así como los experimentos a realizar. Este se manejará con una interfaz Nextion el cual desplegará un menú donde se podrán seleccionar la práctica, recordatorio de como hacer las mediciones o el código de colores se guardaran los resultados para ver los avances.

Figura 1

Módulo didáctico de Electrotecnia.



Nota. Este diagrama es esquemático y orientado a docencia. No sustituye un plano eléctrico formal.
Fuente: Modelo propio.

5. CONCLUSIONES

No solo es un kit de componentes conectados, son “Módulos didácticos”, los cuales proporcionan un aprendizaje significativo, seguro, escalonado y eficiente. Entre los beneficios que se obtienen al utilizar los módulos se observa que se estandariza la calidad en las prácticas, se asegura uniformidad en la enseñanza y en los resultados de la práctica, se cumplen objetivos pedagógicos específicos, se reduce el gasto para los estudiantes, se minimiza riesgos de quemaduras, cortocircuitos o malas conexiones, se tiene el manejo de energía controlado, incrementa el tiempo efectivo de aprendizaje, facilita la supervisión, fomenta el trabajo colaborativo y se reduce los residuos electrónicos.

REFERENCIAS

- Oficina de Gestión Escolar del CECyT 9. (2025, 17 de febrero). *Datos de índices de reprobación y deserción estudiantil de la carrera de Técnico en Mecatrónica, 2021-2024* [Datos no publicados]. Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 9 "Juan de Dios Bátiz", Instituto Politécnico Nacional.
- Valbuena, L. D. C. F., & Luxardo, N. D. C. L. (2022). Incidencia del uso de módulos interactivos como estrategia de aprendizaje. *Télématique: Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 21(2), 28-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8758034>
- Vera Choez, E. X. (2017). Módulo de pruebas para prácticas de electrónica digital para el laboratorio de electrónica y robótica para la Carrera de Ingeniero en sistemas Computacionales de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM). <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/871>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-27>

MODELOS DE GESTIÓN DE LA INTERNACIONALIZACIÓN INVESTIGATIVA EN HONDURAS: PERSPECTIVAS DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO

Zelaya Perdomo, Iving

Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Tegucigalpa, Honduras

iving.zelaya@unah.edu.hn

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7122-2992>

Montañés Serrano, Manuel

Universidad de Valladolid

Segovia, España

mms@soc.uva.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3107-8818>

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio orientado a identificar y analizar las posiciones discursivas del profesorado universitario hondureño sobre los modelos de gestión de la internacionalización de la actividad investigadora, así como su estructura relacional. La investigación se justifica en la necesidad de comprender cómo las concepciones y prácticas docentes condicionan los procesos de internacionalización de la ciencia en contextos periféricos, donde suelen persistir barreras institucionales, contextuales y estructurales que limitan la participación en redes globales de producción de conocimiento. Se empleó una metodología cualitativa de enfoque estructural, que permitió examinar la materia prima discursiva producida en grupos de discusión conformados mediante una muestra estructural diseñada ad hoc. El análisis permitió identificar cuatro posiciones discursivas: institucional centralizada, anti-institucional, no institucional y delegación o/y autonomía universitaria, organizadas en una estructura que revela relaciones de oposición, diferencia y complementariedad. Se concluye que estos modelos de gestión no son excluyentes y que su articulación sinérgica e interdependiente podría favorecer la transnacionalización de la actividad científica y reducir las trabas que actualmente obstaculizan la internacionalización de la investigación en las universidades hondureñas.

Palabras clave: Honduras; investigación; personal académico docente; modelos de gestión; universidad internacional

ABSTRACT

The findings of a study aimed at identifying and analyzing the discursive positions of Honduran university faculty regarding the management models of research internationalization, as well as their relational structure are presented. The research is justified by the need to understand how faculty conceptions and practices shape the processes of science internationalization in peripheral contexts, where institutional, contextual, and structural barriers often hinder participation in global knowledge-production networks. A qualitative structural approach was adopted, which enabled the analysis of discursive material generated during discussion groups convened through an ad hoc structural sample. The analysis revealed four discursive positions:

centralized institutional, anti-institutional, non-institutional, and delegation and/or university autonomy, organized within a structure that exposes relationships of opposition, difference, and complementarity. The study concludes that these management models are not mutually exclusive, and that their synergistic and interdependent articulation could foster the transnationalisation of scientific activity, while reducing the obstacles currently hindering the internationalization of research within Honduran universities.

Keywords: Honduras; research; university faculty; management models; international university.

1. INTRODUCCIÓN

La internacionalización de la educación superior es un concepto polisémico y dinámico, definido tradicionalmente como “el proceso de integrar una dimensión internacional / intercultural a las funciones de docencia, investigación y servicio de la institución” (Knight, 1994). En desarrollos recientes se subraya su carácter evolutivo e intencional, orientado a la calidad y al bien social (de Wit & Hunter, 2015), enfatizando que no se reduce a actividades aisladas, sino que constituye un proceso complementario cuya integración en las funciones sustantivas de la universidad exige una planificación integral y compromiso institucional (Hudzik, 2013).

La idea extendida de que la producción científica universitaria es inherentemente internacional ha limitado el desarrollo de estudios empíricos sobre su internacionalización (Zelaya-Perdomo y Montañés, 2023). Este trabajo describe los modelos de gestión de la internacionalización de la investigación que emergen en los discursos del profesorado universitario hondureño e identifica su estructura relacional. Su hipótesis sostiene que coexisten modelos no excluyentes cuya articulación sinérgica puede potenciar la transnacionalización de la actividad científica. Conocer las perspectivas del profesorado sobre dichos modelos resulta útil para diseñar estrategias institucionales que incorporen sus demandas, intereses y preocupaciones, y fortalezcan la gestión universitaria de la internacionalización de la investigación.

2. MARCO CONCEPTUAL

La literatura sobre internacionalización universitaria recoge diversos modelos que combinan orientación institucional y modos de implementación. Neave (1992) propone dos ejes —quién impulsa la internacionalización (liderazgo vs. unidades de base) y el alcance de la estrategia (definitorio vs. elaborativo)— para tipificar configuraciones organizativas. En una línea convergente, Davies (1992) articula la centralidad de la internacionalización (marginal o nuclear) con el modo de integración (procedimientos explícitos y sistemáticos vs. arreglos ad hoc), mientras que van Dijk y Meijer (1997) añaden el eje de apoyo institucional (interactivo vs. unilateral) para captar la densidad de los dispositivos de gestión. Rudzki (1998) introduce un proceso fractal que enfatiza la recursividad entre niveles institucionales en la definición, conducción y ejecución académica transnacional. Por su parte, el modelo de van der Wende (1997) desplaza la atención a las relaciones entre actores —autoridad estatal, oligarquía académica y mercado— y cómo su dinámica, bajo un marco explícitamente internacional, condiciona las prácticas y estrategias de coordinación. En el plano operativo, tanto el ciclo de internacionalización de Knight (1994) como su revisión por de Wit (2002) asignan a la administración central la responsabilidad de integrar la dimensión internacional en las funciones sustantivas.

Con respecto a la función de investigación, varios autores advierten vacíos teóricos, normativos y de política. Antelo (2012) subraya que son pocas las instituciones con lineamientos explícitos a este respecto y propone un modelo centrado en el proyecto de investigación, afectado por políticas gubernamentales, directrices institucionales y composición de equipos. Romani-Dias et al. (2019) sitúan el foco en los investigadores como agentes primarios de la actividad transnacional. En sintonía, la evidencia sugiere que la internacionalización de la investigación depende, en última instancia, de las decisiones y redes del profesorado (Woldegiyorgis et al., 2018; Kwiek, 2020), y que la colaboración internacional opera como un sistema emergente de

redes autoorganizadas, donde la selección de socios y entornos recae frecuentemente en los propios investigadores (Wagner, 2018). Este marco justifica indagar las posiciones discursivas del profesorado sobre los modelos de gestión institucional, dado su papel decisivo en la articulación entre diseño, apoyo y práctica investigadora internacionalizada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de campo con diseño cualitativo y enfoque estructural, de alcance descriptivo, orientada a identificar posiciones discursivas del profesorado sobre los modelos de gestión de la internacionalización de la investigación. Las unidades de análisis fueron los discursos producidos en grupos de discusión con profesorado de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, institución que, por mandato constitucional, ejerce la rectoría del sistema de educación superior del país y que, además, cumple rasgos de una universidad insignia (Altbach, 2016), concentra la mayor matrícula y aporta la mayoría de la producción científica nacional indexada.

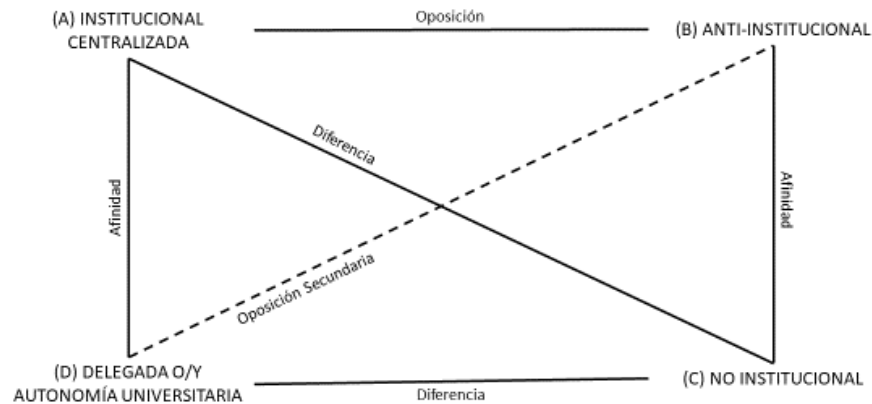
El andamiaje teórico-metodológico se construyó mediante análisis bibliográfico de literatura científica sobre internacionalización de la investigación, recuperada en bibliotecas, repositorios y bases de datos con combinaciones de descriptores relativos a internacionalización, investigación, educación superior, gestión universitaria, ciencia, universidad y transnacionalidad. Se empleó una metodología cualitativa/estructural basada en la producción de “materia prima discursiva” en grupos de discusión y en un muestreo estructural diseñado ad hoc (Ibáñez, 1979). La muestra se definió conforme al principio de representatividad socio-estructural para hacer presentes los discursos relevantes y se estructuró sobre dos ejes: (a) lugar de formación de posgrado (Honduras o el extranjero) y (b) área disciplinaria según la clasificación del Sistema de Investigación Científica y Tecnológica de la Educación Superior de Honduras. La intersección de ejes dio lugar a cuatro grupos de discusión formados bajo el criterio de heterogeneidad inclusiva. El procedimiento analítico siguió tres momentos: preparación del texto discursivo (transcripción y unificación), codificación y categorización, e inferencia discursiva para identificar posiciones, delimitar sus relaciones y modelar la estructura relacional resultante (Montañés & Lay Lisboa, 2019).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la materia prima discursiva permitió identificar cuatro posiciones sobre los modelos de gestión de la internacionalización de la investigación: (A) Institucional centralizada, (B) Anti-institucional, (C) No institucional y (D) Delegación o/y Autonomía universitaria. Como se observa en la Figura 1, su articulación configura un poliedro relacional que expresa relaciones de oposición, diferencia y, en varios casos, complementariedad.

Figura 1

Poliedro relacional de las posiciones discursivas sobre el modelo de gestión de la internacionalización de la investigación, según los discursos del profesorado Universitario



Nota. Elaboración propia.

La posición A concibe que la planificación, el impulso y la evaluación de la internacionalización deben integrarse en las políticas e instrumentos de la administración central, con alineamiento explícito a objetivos institucionales y programación de las unidades académicas. Es consistente con los enfoques que atribuyen un papel medular a la administración central en el ciclo de internacionalización (Knight, 1994; de Wit, 2002) y, en términos tipológicos, se asocia con estrategias definitorias e impulso desde el liderazgo (Neave, 1992) y con esquemas de apoyo unilateral (van Dijk & Meijer, 1997).

La posición B no aparece de forma explícita en los discursos, pero emerge por inferencia discursiva como horizonte posible: cuestiona lineamientos y prácticas institucionales y aboga por no participar en acciones impulsadas desde la administración central. Su ausencia actual puede explicarse por la indefinición operativa de políticas específicas y por niveles de producción científica internacional aún modestos, que dificultan la cristalización de un discurso sistemáticamente opositor. Aun así, su potencial emergencia obliga a considerarla en el mapa relacional para anticipar tensiones y oportunidades de aprendizaje institucional.

La posición C sitúa al profesorado como agente principal de la cooperación transnacional. La internacionalización se concibe como inherente a la práctica científica y se despliega a partir de redes personales y académicas, con trayectorias deliberadas, pero al margen de procedimientos formales. Este enfoque dialoga con descripciones de internacionalización encubierta o *bottom-up* (Rudzki, 1998) y con evidencias de débil acoplamiento entre políticas institucionales y comportamiento investigador (Trondal, 2010). Su fortaleza reside en la agilidad y la capacidad de aprovechar oportunidades; su límite, en la fragilidad organizacional y la escasa capitalización institucional de los resultados.

La posición D propone conducir la internacionalización desde las facultades y centros regionales, con mecanismos específicos y coordinación con la administración central. En clave tipológica, se aproxima al modelo académico consensuado (Neave, 1992), con apoyo interactivo entre niveles (van Dijk & Meijer, 1997). La variante delegación enfatiza la traducción programática de lineamientos centrales; la variante autonomía subraya el rol de decanaturas y direcciones en la definición, validación y tramitación expedita de iniciativas, especialmente cuando requieren soporte financiero, logístico o jurídico.

El poliedro relacional resultante muestra que A, C y D no son posiciones excluyentes. Antes bien, su retroalimentación sinérgica e intercambio multidireccional de aprendizajes, demandas y condiciones de posibilidad fortalece la transnacionalización de la actividad científica. La formalización de vínculos generados a partir de la posición C, mediante procedimientos facilitados desde la posición A y las redes y mecanismos operativos impulsados desde la posición

D, permite escalar, sostener y reconocer la colaboración internacional; recíprocamente, la inteligencia institucional acumulada en A y D puede orientar la búsqueda de socios, áreas y proyectos del profesorado, equilibrando agendas impulsadas por financiamientos externos con prioridades académicas y sociales propias. Finalmente, reconocer la posibilidad de B como posición crítica, siempre bajo principios éticos, contribuye a ajustar políticas y servicios, evitando desalineaciones entre normativa, capacidades y prácticas. El funcionamiento en red del poliedro, con nodos que ganan centralidad según coyunturas y necesidades, ofrece un marco de gobernanza adaptativa para la internacionalización de la investigación.

5. CONCLUSIONES

El estudio identifica cuatro posiciones discursivas (Institucional centralizada, Anti-institucional, No institucional y Delegación o/y Autonomía universitaria) que, lejos de excluirse, configuran un sistema relacional capaz de articularse sinérgicamente. La convergencia operativa entre iniciativas generadas por el profesorado, mecanismos de validación y escalamiento institucional y dispositivos de conducción desde las unidades académicas potencia la transnacionalización de la investigación y mejora su reconocimiento, sostenibilidad e impacto. La formalización de acuerdos y resultados derivados de redes informales, junto con servicios ágiles y lineamientos claros, permite capitalizar la cooperación internacional sin perder capacidad de respuesta a oportunidades emergentes. Mantener en el radar la posición crítica (B) favorece ajustes finos de política y la coherencia entre normativa, capacidades y prácticas. En contextos como el hondureño, no conviene privilegiar un modelo único: la interdependencia de posiciones y su retroalimentación multidireccional ofrecen un camino más fértil para reducir barreras y ampliar resultados, alineando las agendas institucionales con las motivaciones y trayectorias del profesorado, así como con las prioridades académicas y sociales de la universidad

REFERENCIAS

- Antelo, A. (2012). Internationalization of Research. *Journal of International Education and Leadership*, 2(1). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1136068>
- Davies, J. (1992). Developing a Strategy for Internationalization in Universities: Towards a Conceptual Framework. En C. Klasek (Ed.), *Bridges to the Future: Strategies for Internationalizing Higher Education* 177-190. AIEA.
- de Wit, H. (2002). *Internationalization of higher education in the United States of America and Europe: a historical comparative and conceptual analysis*. Greenwood Press.
- de Wit, H., & Hunter, F. (2014). THE EAIE in a changing world. *International Higher Education*(74), 14-15. <https://doi.org/10.6017/ihe.2014.74.5467>
- Hudzik, J. (2013). Changing paradigm and practice for higher education internationalisation. En H. de Wit (Ed.), *An Introduction to Higher Education Internationalisation* 47-60. Vita e Pensiero.
- Ibáñez, J. (1979). *El grupo de discusión: Teoría y crítica*. Siglo XXI.
- Knight, J. (1994). Internationalization: Elements and Checkpoints. *CBIE Research*, (7)1-15. <https://eric.ed.gov/?id=ED549823>
- Kwiek, M. (2020). Internationalists and locals: international research collaboration in a resource-poor system. *Scientometrics*, 124 (1). 57-105. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03460-2>
- Mitchell, D., & Nielsen, S. (2012). Internationalization and Globalization in Higher Education. En H. Cuadra-Montiel (Ed.), *Globalization - Education and Management Agendas* 3-22. IntechOpen.
- Montañés, M., & Lay Lisboa, S. (2019). Teoría, metodología y práctica de la producción de posiciones discursivas. *EMPIRIA*, 0(43). 89-115. <https://doi.org/10.5944/empiria.43.2019.24300>

- Neave, G. (1992). *Managing higher education international cooperation: strategies and solutions; reference document*. 3rd UNESCO-NGO Collective Consultations on Higher Education.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098679?posInSet=1&queryId=7cfb012e-4ded-49bb-9f24-790403d130e0>
- Oswald, Ú. (2019). *Úrsula Oswald Spring: Pioneer on Gender, Peace, Development, Environment, Food and Water*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94712-9>
- Romani-Dias, M., Carneiro, J., & dos Santos, A. (2019). Internationalization of Higher Education institutions: The Underestimated Role of Faculty. *International Journal of Educational Management*, 33(2), 300-316. <https://doi.org/10.1108/IJEM-07-2017-0184>
- Rudzki, R. (1998). Strategic management of internationalization [Thesis, Newcastle University]. <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/149>
- Trondal, J. (2010) Two Worlds of Change. On the Internationalisation of Universities. *Globalisation Societies and Education*, 8 (10) 351-368. <https://doi.org/10.1080/14767724.2010.505097>
- van der Wende, M. (1997). Missing Links: The Relationship between National Policies for Internationalisation and those for Higher Education in General. En T. Kälvermark, & M. van der Wende (Eds.), *National Policies for the Internationalisation of Higher Education in Europe* 10-41. Högskoleverket. <https://eric.ed.gov/?id=ED432190>
- van Dijk, H. V., & Meijer, K. (1998). The Internationalisation Cube. *European Education*, 30(4), 44-56. <https://doi.org/10.2753/EUE1056-4934300444>
- Wagner, C. (2018). *The Collaborative Era in Science: Governing the Network*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94986-4>
- Woldegiyorgis, A., Proctor, D., & de Wit, H. (2018). Internationalization of Research: Key Considerations and Concerns. *Journal of Studies in International Education*, 22(2), 161-176. <https://doi.org/10.1177/1028315318762804>
- Zelaya, I., & Montañés, M. (2021). Internacionalización de la investigación: Concepciones y percepciones del profesorado hondureño. *EPAA*, 29(162). <https://doi.org/10.14507/epaa.29.5875>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-28>

INTERACCIONES DIGITALES Y DINÁMICAS DE COLABORACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Pérez Méndez, Jazmín

Universidad Tecnológica de Nayarit

Xalisco, México

jazmin@utnay.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9334-9858>

Cárdenas Castellanos, Janitzín

Universidad Tecnológica de Nayarit

Xalisco, México

janitzin.cardenas@utnay.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9893-6653>

RESUMEN

El objetivo fue analizar el uso de redes sociales y su relación con las dinámicas de colaboración en el entorno educativo universitario mediante un enfoque cuantitativo con un diseño transversal causal. Se aplicaron encuestas a estudiantes universitarios a nivel nacional en México. Como resultados se tuvo que la variabilidad en el tiempo dedicado a redes sociales fue amplia y la correlación entre el uso de redes sociales y las competencias colaborativas fue débil, indicando que el tiempo en redes sociales no impacta significativamente las habilidades colaborativas por lo que el uso de redes sociales no está estrechamente vinculado con las competencias colaborativas.

Palabras clave: Redes sociales, colaboración, estudiantes universitarios.

ABSTRACT

The objective was to analyze social media use and its relationship to collaborative dynamics in the university educational environment using a quantitative approach with a causal cross-sectional design. Surveys were administered to university students nationwide in Mexico. The results showed wide variability in time spent on social media, and the correlation between social media use and collaborative skills was weak. This indicates that time spent on social media does not significantly impact collaborative skills, and therefore, social media use is not closely linked to collaborative skills.

Keywords: Social networks, collaboration, university students.

1. INTRODUCCIÓN

Las redes sociales han modificado de manera profunda la forma en que los jóvenes interactúan, comunican y colaboran, convirtiéndose en parte esencial de su vida diaria gracias al acceso masivo a dispositivos móviles e internet. En el ámbito universitario, estas plataformas ofrecen oportunidades para el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de competencias sociales, aunque también generan riesgos como distracción, adicción digital o aislamiento.

La investigación parte de la pregunta central: *¿en qué medida el uso de redes sociales influye en las dinámicas de colaboración de los estudiantes universitarios?* Bajo la hipótesis de que un mayor uso puede favorecer las competencias colaborativas, se busca comprender la paradoja

existente entre el potencial de estas herramientas para promover la convivencia digital y la tendencia creciente de los jóvenes a mostrarse introvertidos y con dificultades de interacción en el aula.

2. MARCO CONCEPTUAL

Las redes sociales son plataformas digitales que facilitan la interacción, el intercambio de información y la construcción de relaciones, influidas por factores demográficos y culturales (Chen et al., 2021; Lasri et al., 2023). Son relevantes en ámbitos como el posicionamiento de marcas, la gestión de proyectos y la educación (Vite, 2023; González, 2019), alcanzando en 2024 más de 5 mil millones de usuarios activos (We Are Social, 2024). No obstante, su uso excesivo se asocia a efectos negativos en la persona (Sánchez-Valtierra et al., 2024; Linares, 2023).

En educación, los hallazgos son ambivalentes: algunos estudios no encuentran relación directa entre redes sociales y rendimiento académico (De León & García, 2020), mientras que otros señalan beneficios en motivación, aprendizaje colaborativo y desempeño (Escobedo & Pumayauri, 2019; Abelaíras-Etxebarria & Mentxaka, 2020). Aunque investigaciones advierten riesgos como adicción y bajo aprovechamiento (Asafo-Adjei et al., 2023), también se destaca su potencial como recurso didáctico y espacio de interacción entre pares (Huamán & Carcausto-Calla, 2024).

Respecto a la colaboración, estas plataformas se consolidan como herramientas que favorecen el trabajo en equipo en contextos educativos y profesionales (Yaguana et al., 2020; De la Hoz et al., 2015), posibilitando la co-creación de conocimiento y el fortalecimiento de redes académicas e institucionales (Serna-Gómez et al., 2019; Pertuz et al., 2020). Sin embargo, se subraya la necesidad de cuidar la calidad de la interacción (Hidalgo et al., 2017; Salinas & Marín, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló en colaboración con la Red de Estudios Latinoamericanos en Educación y Pedagogía (RELEP, 2023) y tuvo un enfoque cuantitativo de diseño transversal y causal. Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple a nivel nacional en México, alcanzando una confiabilidad del 98% y un margen de error del 2%. En total se recolectaron 9,672 encuestas entre marzo y abril de 2023, de las cuales se validaron 8,766.

El instrumento, estructurado en cinco bloques, incluyó indicadores sobre datos sociodemográficos, uso de redes sociales y habilidades comunicativas y colaborativas. Se sometió a un análisis factorial, prueba piloto en tres universidades y validación por expertos de 28 grupos de investigación. Para esta investigación se consideraron 26 ítems en escala Likert de cinco puntos.

La aplicación fue realizada en 20 universidades de 24 municipios, con el apoyo de 4,156 estudiantes encuestadores. Las encuestas se respondieron en formato físico (22.8%), videollamada (5.6%), llamada telefónica (3.4%) y en línea (68.2%).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 8,766 encuestas válidas, participaron 5,336 mujeres y 3,430 hombres, con edades entre 18 y 80 años. El análisis se centró en dos variables: el uso de redes sociales (medido en horas semanales) y las competencias colaborativas (participación activa, integración a grupos, desempeño de roles, desarrollo de proyectos, expresión de ideas y logro de acuerdos).

El tiempo promedio dedicado a redes sociales fue de 15.9 horas semanales (DE = 19.1), con un rango de 0 a 100 horas. El 25% de los estudiantes reportó menos de 5 horas, el 50% hasta 10 horas y el 75% un máximo de 20 horas. Estos datos reflejan una amplia variabilidad en los hábitos de uso, mostrando que mientras algunos estudiantes casi no usan redes sociales, otros pasan gran parte de su tiempo conectados.

Análisis de Correlación y regresión

El análisis de correlación evidenció que la relación entre el uso de redes sociales y las competencias colaborativas de los estudiantes universitarios es en general débil. Variables como la participación activa, la integración al grupo, el desempeño de roles, el desarrollo de proyectos, la expresión de ideas y la construcción de acuerdos no mostraron asociaciones estadísticamente significativas con el tiempo de uso de estas plataformas. Esto sugiere que dedicar más horas a redes sociales no garantiza una mayor capacidad de colaboración dentro de los equipos académicos.

El análisis de regresión, que buscó profundizar en la consistencia de esta relación, confirmó los resultados iniciales. El modelo explicó apenas el 1% de la variabilidad en las dinámicas de colaboración ($R^2 = 0.010$), lo que demuestra que el tiempo invertido en redes sociales tiene una influencia muy limitada sobre estas competencias. Sin embargo, se identificaron asociaciones puntuales: aportar ideas y la integración a un grupo se relacionaron con un menor uso de redes, mientras que desempeñar roles diversos dentro de los equipos mostró una asociación positiva con un mayor tiempo de conexión.

Este hallazgo contrasta con lo reportado en investigaciones previas, donde se ha documentado que plataformas como Facebook y WhatsApp fomentan la interacción, la participación activa y la construcción colectiva de conocimiento (Mendoza et al., 2023). También se opone a lo señalado por Rezabala-Pilligua y Rivadeneira-Barreiro (2023), que destacan el potencial de las redes sociales para mejorar la participación en la educación superior.

5. CONCLUSIONES

El análisis de correlación mostró que el tiempo dedicado a redes sociales no influye de manera significativa en las competencias colaborativas, lo que llevó a rechazar la hipótesis inicial de que un mayor uso potenciaría dichas habilidades. Las correlaciones débiles indican que aspectos como la participación activa, la integración a grupos, el desempeño de roles y la expresión de ideas no dependen directamente del uso de estas plataformas.

No obstante, se observó que los estudiantes más participativos reportaron un mayor promedio de horas en redes sociales, diferencia que resultó significativa y que apunta a la existencia de factores adicionales que median esta relación. Asimismo, se identificaron patrones diferenciados: la participación activa y la integración se asociaron con menor uso de redes, mientras que el desempeño de roles diversos se vinculó con mayor uso.

REFERENCIAS

- Abelairas-Etxebarria, P., & Mentxaka Arana, J. (2020). ¿Qué opinan los universitarios sobre el uso académico de las redes sociales?. *RiITE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (8). <https://doi.org/10.6018/riite.362121>
- Asafo-Adjei, R., Mensah, R. O., Klu, E. K., & Swanzey-Impraim, E. (2023). Social media and English language writing performances of a Ghanaian ESL class: The nexus. *Cogent Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2189388>
- Chen, X., Wang, Y., Agichtein, E., & Wang, F. (2021). A Comparative Study of Demographic Attribute Inference in Twitter. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 9(1), 590-593. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v9i1.14656>
- De La Hoz, L., Acevedo, D. y Torres, J. (2015). Using Social Networks in the Process of Teaching and Learning by Students and Teachers of the University Antonio Nariño, Campus Cartagena. *Formación universitaria*, 8(4), 77-84. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400009>
- De León, D. R., y García, E. R. (2020). Redes sociales y rendimiento académico en una universidad privada de Guatemala. *Revista Guatemalteca De Educación Superior*, 3(1), 60–73. <https://doi.org/10.46954/revistages.v1i1.5>
- Escobedo, F., & Pumayauri, L. D. (2019). Redes sociales y el rendimiento académico en los estudiantes de la Universidad de Huánuco. *Desafíos*, 10(1), 9–15. <https://doi.org/10.37711/desafios.2019.1.1.52>
- González, L., González, M., Anaya, M. E., Luna-del Risco, M. A., y Díaz-Forero, I. (2019). Web portals for information management and enhancement of the co-creational experience. *Revista Ingenierías Universidad De Medellín*, 18(34), 123–140. <https://doi.org/10.22395/rium.v18n34a8>
- Hidalgo, B., Hidalgo, D. e Hidalgo, I. (2017). El impacto de las redes sociales como herramientas de comunicación, interacción y colaboración en el proceso enseñanza aprendizaje en la educación superior. *SATHIRI*, 12(1), 104-113. <https://doi.org/10.32645/13906925.56>
- Huamán, S. T., y Carcausto-Calla, W. (2024). Redes sociales como recurso didáctico en educación básica: revisión sistemática. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 8(32), 473 –. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i32.738>
- Lasri, K., Tonneau, M., Naushan, H., Malhotra, N., Farouq, I., Orozco-Olvera, V., & Fraiberger, S. (2023). Large-Scale Demographic Inference of Social Media Users in a Low-Resource Scenario. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 17(1), 519-529. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v17i1.22165>
- Linares, I. E. (2023). Uso de redes sociales y salud mental en adolescentes. *Revista Académica Sociedad Del Conocimiento Cunzac*, 3(1), 63–71. <https://doi.org/10.46780/sociedadcunzac.v3i1.66>
- Mendoza, J. J., Cabascango, C. A., Araujo, O. y Sosa, S. M. (2023). Importancia de las redes sociales en el ámbito educativo La Concordia. *Boletín Científico Ideas Y Voces*, 3(E1), 665–690. <https://doi.org/10.60100/bciv.v3iE1.116>
- Pertuz, V., Pérez, A., Vega, A., & Aguilar-Ávila, J. (2020). Análisis de las redes de colaboración entre las Instituciones de Educación Superior en Colombia de acuerdo con ResearchGate. *Revista Española De Documentación Científica*, 43(2), e265. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.2.1686>
- Rezabala-Pilligua, D. C., y Rivadeneira-Barreiro, J. C. (2023). Uso de las redes sociales para el aprendizaje del idioma Inglés. *MQRInvestigar*, 7(4), 1284–1320. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.1284-1320>

- Salinas, J., y Marín, V. I., (2019). Metasíntesis cualitativa sobre colaboración científica e identidad digital académica en redes sociales. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), pp. 97-117. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.23238>
- Sánchez-Valtierra, J. A., Barajas-flores, J., Garzón-Moreno, G. J., & Palacios-Siancas, A. (2024). Evaluación del impacto de las redes sociales en el bienestar psicológico de adolescentes. *MQRInvestigar*, 8(2), 3153–3172. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.3153-3172>
- Serna-Gómez, H. M., Quintero-Agudelo, M. F., Castro-Escobar, E. S., y Calderón-Hernández, G. (2019). Las redes de colaboración en el área de administración. El caso de las universidades colombianas. *Revista Española De Documentación Científica*, 42(2), e236. <https://doi.org/10.3989/redc.2019.2.1595>
- Vite, G. V. y Moran, C. J. (2023). Redes sociales y su influencia con posicionamiento de marca de la empresa “vivero líder”-manta. *Journal Business Science*, 4(2). <https://doi.org/10.56124/jbs.v4i2.0009>
- We are Social. (2024). *Digital 2024*. <https://wearesocial.com/uk/blog/2024/01/digital-2024/>
- Yaguana Jiménez, J., Peña Merino, L. de J. de J., y Ramón Curay, E. R. (2020). Aula invertida: Una propuesta en la enseñanza de la histología veterinaria: Aula invertida en histología veterinaria. *Revista Científica Sinapsis*, 1(16). <https://doi.org/10.37117/s.v2i17.347>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-29>

COMPLEMENTARIEDADES ENTRE INNOVACIONES DE PRODUCTO Y PROCESO EN EMPRESAS PARAGUAYAS

Sotto, Romina

Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo, Paraguay

rominasotto902@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5794-8407>

RESUMEN

Los sistemas de innovación en países en desarrollo se caracterizan por la interdependencia entre diferentes tipos de innovaciones empresariales. Este estudio analiza las complementariedades entre innovaciones de producto (bienes nuevos y mejorados) e innovaciones de proceso (métodos de producción y logística) en Paraguay durante 2018-2020, desde una perspectiva neoschumpeteriana. Se aplicó Análisis de Correspondencias Múltiples y pruebas de chi-cuadrado con V de Cramer a 675 empresas de la Encuesta de Innovación Empresarial Paraguay 2021. Los resultados revelan complementariedades estadísticamente significativas: bienes nuevos con métodos de producción nuevos ($\chi^2 = 61.364$, $p < 0,001$; $V = 0,302$), bienes mejorados con métodos de producción mejorados ($\chi^2 = 51.255$, $p < 0,001$; $V = 0,281$), y una complementariedad muy fuerte entre métodos de producción y logística mejorados ($\chi^2 = 106.253$, $p < 0,001$; $V = 0,407$). Se identificaron dos trayectorias tecnológicas: innovación radical (producto-proceso nuevos) e incremental (mejoras integradas). Los hallazgos evidencian la maduración del sistema de innovación paraguayo y sugieren que las empresas desarrollan capacidades innovadoras de manera sistémica, particularmente en la gestión integral de cadenas de suministro, contribuyendo al fortalecimiento de las capacidades competitivas nacionales.

Palabras clave: cadenas de suministro, complementariedades, innovación, Paraguay, sistemas de innovación.

ABSTRACT

Innovation systems in developing countries are characterized by interdependence between different types of business innovations. This study analyzes complementarities between product innovations (new and improved goods) and process innovations (production and logistics methods) in Paraguay during 2018-2020, from a neo-Schumpeterian perspective. Multiple Correspondence Analysis and chi-square with Cramer's V tests were applied to 675 companies from the Paraguay Business Innovation Survey 2021. Results reveal statistically significant complementarities: new goods with new production methods ($\chi^2 = 61.364$, $p < 0,001$; $V = 0.302$), improved goods with improved production methods ($\chi^2 = 51.255$, $p < 0,001$; $V = 0.281$), and very strong complementarity between improved production and logistics methods ($\chi^2 = 106.253$, $p < 0,001$; $V = 0.407$). Two technological trajectories were identified: radical innovation (new product-process) and incremental innovation (integrated improvements). Findings evidence the maturation of Paraguay's innovation system and suggest that companies develop innovative capabilities systemically, particularly in integral supply chain management, contributing to strengthening national competitive capabilities.

Keywords: complementarities, innovation, innovation systems, supply chains, Paraguay.

1. INTRODUCCIÓN

Paraguay presenta características distintivas en su sistema nacional de innovación que lo posicionan entre los países latinoamericanos con menor desempeño innovador (Ávila-López et al., 2019). Esta situación refleja debilidades estructurales identificadas por Arocena y Sutz (2000): vínculos frágiles entre actores del sistema, predominio de innovaciones incrementales, políticas descoordinadas y orientación hacia la absorción tecnológica externa.

Sin embargo, datos recientes sugieren una evolución hacia patrones más maduros de innovación empresarial. La problemática central radica en determinar si las empresas paraguayas han desarrollado capacidades para implementar estrategias integradas de innovación o si mantienen enfoques fragmentados que limitan su competitividad. Esta cuestión es fundamental para comprender la maduración del sistema nacional de innovación y diseñar políticas públicas efectivas.

El objetivo principal es analizar las complementariedades entre innovaciones de producto y proceso en empresas paraguayas durante 2018-2020, identificando patrones de integración que evidencien la evolución del sistema nacional de innovación.

La hipótesis de investigación planteada es que las empresas paraguayas han desarrollado complementariedades significativas entre innovaciones de producto y proceso, evidenciando trayectorias tecnológicas diferenciadas que fortalecen sus capacidades competitivas sistémicamente.

2. MARCO CONCEPTUAL

El enfoque neoschumpeteriano y la teoría de sistemas nacionales de innovación enfatizan que las capacidades innovadoras no se desarrollan aisladamente, sino como parte de sistemas complejos de interacciones (Schumpeter, 1942; Freeman, 1995; Lundvall, 2010; Nelson, 1993; Edquist, 2005). En economías emergentes, estas complementariedades adquieren particular relevancia para superar limitaciones estructurales.

Teece et al. (1997) conceptualizan las capacidades dinámicas como la habilidad empresarial para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas. En este contexto, las complementariedades entre innovaciones representan una manifestación concreta de estas capacidades, donde la innovación conjunta genera valor superior a la suma de innovaciones individuales.

Para economías emergentes como Paraguay, las complementariedades entre innovaciones adquieren particular relevancia a través de tres mecanismos identificados en la literatura: construcción de capacidades dinámicas, aprovechamiento de economías de alcance, y fortalecimiento de cadenas de suministro (Teece et al., 1997; Arocena & Sutz, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, descriptivo-correlacional y corte transversal. La población objetivo comprende empresas paraguayas que implementaron actividades de innovación durante 2018-2020, según la Encuesta de Innovación Empresarial Paraguay 2021.

Muestra: 675 empresas estratificadas por sector económico: industria manufacturera (68,6%), actividades profesionales, científicas y técnicas (10,2%), e información y comunicaciones (21,2%). La distribución por tamaño incluye: grandes empresas (22,7%) y MIPYMES (77,3%).

Variables de innovación:

Producto: bienes nuevos y bienes mejorados

Proceso productivo: métodos nuevos y mejorados de producción

Proceso logístico: métodos nuevos y mejorados de logística y distribución

Análisis estadístico: Se aplicó Análisis de Correspondencias Múltiples para identificar patrones de asociación, seguido de tablas cruzadas con pruebas de chi-cuadrado de Pearson y V de

Cramer para evaluar la fuerza de asociación ($p < 0,05$). El procesamiento se ejecutó en SPSS 29.

Esta investigación presenta limitaciones en la generalización temporal (datos 2018-2020) y sectorial (concentración en manufactura). Estudios longitudinales futuros podrían analizar la evolución de estas complementariedades y su impacto en el desempeño competitivo empresarial, incorporando análisis de regresión logística para modelar los determinantes de estas asociaciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1

Estructura Dimensional del ACM

Dimensión	Varianza Explicada	Interpretación	Variables Dominantes	Contribución
1. Procesos Avanzados	35,691%	Modernización integral de procesos operativos	MET LOG M MET PROD M	0,726 0,707
2. Orientación Innovadora	29,796%	Desarrollo de productos con procesos complementarios	BIEN MEJORADO MET LOG M	0,337 0,490
Total explicado	65,487%			

Nota. ACM explica 65.487% de varianza total ($n=675$). Fuente: Encuesta de Innovación Empresarial Paraguay 2021.

El Análisis de Correspondencias Múltiples revela una estructura bidimensional robusta que explica 65,487% de la varianza total, evidenciando patrones sistémicos de innovación empresarial. La Dimensión 1 "Procesos Avanzados" (35,691%) está dominada por métodos de logística mejorados (0,726) y métodos de producción mejorados (0,707), confirmando que la modernización integral de procesos operativos constituye el factor principal de diferenciación competitiva. La Dimensión 2 "Orientación Innovadora" (29,796%) integra el desarrollo de bienes mejorados (0,337) con procesos logísticos complementarios (0,490), evidenciando estrategias integradas producto-proceso.

Tabla 2

Complementariedades Principales

Complementariedades Validadas (Chi-cuadrado)	χ^2	V Cramer	Significancia
Método Prod. Mejorado × Método Log. Mejorado	106.253	0,407	$p < 0,001$
Bien Nuevo × Método Producción Nuevo	61.364	0,302	$p < 0,001$
Bien Mejorado × Método Logística Mejorado	56.586	0,296	$p < 0,001$
Bien Mejorado × Método Producción Mejorado	51.255	0,281	$p < 0,001$

Nota. Complementariedades con $V > 0,28$ indican asociaciones fuertes.

Las pruebas de chi-cuadrado validan complementariedades estadísticamente significativas ($p < 0,001$) con efectos de asociación diferenciados. La complementariedad más intensa corresponde a métodos de producción-logística mejorados ($\chi^2 = 106.253$, $V = 0,407$), clasificada como "muy fuerte" según criterios de Cohen, evidenciando que las empresas paraguayas han internalizado la gestión integral de cadenas de suministro como capacidad dinámica fundamental. Esta asociación supera significativamente el umbral de efecto fuerte ($V > 0,28$), indicando sinergias operativas críticas para la competitividad empresarial.

El análisis identifica dos trayectorias tecnológicas diferenciadas con efectos fuertes. La trayectoria de innovación radical se caracteriza por la complementariedad bienes nuevos-métodos de producción nuevos ($\chi^2 = 61.364$, $V = 0,302$), donde las empresas desarrollan simultáneamente productos y procesos completamente nuevos. La trayectoria incremental se evidencia en múltiples complementariedades: bienes mejorados-métodos logísticos mejorados

($\chi^2 = 56.586$, $V = 0,296$) y bienes mejorados-métodos de producción mejorados ($\chi^2 = 51.255$, $V = 0,281$), reflejando estrategias de optimización continua.

Estos resultados validan el enfoque neoschumpeteriano para economías emergentes, demostrando que las empresas paraguayas han desarrollado capacidades dinámicas para implementar estrategias integradas de innovación, superando enfoques fragmentados y contribuyendo al fortalecimiento competitivo nacional mediante complementariedades sistémicas cuantificadas.

5. CONCLUSIONES

Los resultados confirman la validez del enfoque neoschumpeteriano para comprender la innovación empresarial en Paraguay, evidenciando que las empresas han desarrollado capacidades para implementar estrategias integradas de innovación. Las complementariedades identificadas, medidas a través de la V de Cramer, revelan la maduración del sistema de innovación paraguayo, donde las empresas comprenden la importancia de las sinergias para fortalecer su competitividad.

La complementariedad proceso-logística constituye el hallazgo más relevante ($V = 0,407$), indicando que la modernización integral de cadenas de suministro representa una capacidad dinámica fundamental. Las trayectorias tecnológicas duales, ambas con efectos de tamaño fuerte ($V > 0,28$), ofrecen orientaciones específicas para políticas diferenciadas según contextos empresariales.

La incorporación de la V de Cramer como medida de intensidad de asociación fortalece la interpretación de los resultados, permitiendo jerarquizar las complementariedades según su relevancia práctica. La complementariedad muy fuerte entre procesos de producción y logística mejorados emerge como el patrón más significativo para el diseño de estrategias empresariales y políticas públicas.

El estudio contribuye al análisis de sistemas de innovación en países en desarrollo mediante evidencia empírica sobre patrones de complementariedad cuantificados, y metodológicamente a través de la aplicación integrada de técnicas multivariadas y medidas de asociación para el estudio de complementariedades empresariales.

REFERENCIAS

- Arocena, R., & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the South. *Industry and Innovation*, 7(1), 55-75.
- Avila-Lopez, L., Lyu, C., & Lopez-Leyva, S. (2019). Innovation and growth: Evidence from Latin American countries. *Journal of Applied Economics*, 22(1), 287-303. <https://doi.org/10.1080/02102412.2019.1610624>
- Edquist, C. (2005). Systems of innovation: Perspectives and challenges. En J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford handbook of innovation* (pp. 181-208). Oxford University Press.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309>
- Lundvall, B. A. (Ed.). (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem Press.
- Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Brothers.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-30>

EL IMPACTO DE LA PANDEMIA COVID-19 EN LA RECAUDACIÓN TRIBUTARIA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Montalvo Chan, Carlos Alberto

Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal
Chetumal, Quintana Roo, México
L21390265@chetumal.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6598-4308>

Pérez Hernández, Alma Cristina

Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal
Chetumal, Quintana Roo, México
L21390719@chetumal.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2635-9578>

Castellanos Osorio, Alan Alberto

Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal
Chetumal, Quintana Roo, México
alan.co@chetumal.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2672-9110>

Sulub Ku, Candida del Rocio

Colegio de Educación Profesional Técnica del Estado de Quintana Roo
Chetumal, Quintana Roo, México
D5260070078@conalepqrroo.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6323-8487>

Manzanero Gutiérrez, Alba Rosaura

Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal
Chetumal, Quintana Roo, México
Alba.mg@chetumal.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8194-4529>

RESUMEN

Este estudio examina el impacto en los ingresos fiscales del estado de Quintana Roo durante la pandemia de COVID-19, el cual tiene una fuerte dependencia del turismo; siendo el objetivo principal conocer el impacto de la crisis sanitaria en la recaudación tributaria estatal, considerando los desafíos preexistentes en la administración fiscal, asimismo, se empleó una metodología mixta con un enfoque predominantemente cuantitativo, basada en un estudio de caso documental que utilizó informes oficiales y estadísticas obtenidas a través de la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT); en cuanto a los resultados, estos mostraron una disminución significativa en la recaudación durante 2020 debido a la dependencia del turismo, sector severamente afectado debido a las restricciones impuestas en la movilidad y apertura de negocios; no obstante, los ingresos tributarios se recuperaron rápidamente en los años siguientes, superando los niveles de 2019, incluso antes de que se levantaran todas las

restricciones, y mantuvieron una tendencia ascendente hasta 2022, mostrando de manera general que, a pesar de la afectación inicial, se obtuvo una recuperación bastante rápida.

Palabras clave: Contribuciones Estatales, Pandemia Covid-19, Quintana Roo, Recaudación Tributaria

ABSTRACT

This study examines the impact of the COVID-19 pandemic on tax revenues in the state of Quintana Roo, a state heavily dependent on tourism. The main objective is to understand the impact of the health crisis on state tax collection, considering the pre-existing challenges in tax administration. A mixed methodology with a predominantly quantitative approach was used, based on a documentary case study that used official reports and statistics obtained through the National Transparency Platform (PNT). The results showed a significant decrease in revenue during 2020 due to the dependence on tourism, a sector severely affected by restrictions imposed on mobility and business openings. However, tax revenues recovered quickly in the following years, surpassing 2019 levels even before all restrictions were lifted, and maintained an upward trend until 2022. Overall, this shows that, despite the initial impact, a rapid recovery was achieved.

Keywords: State Contributions, Covid-19 Pandemic, Quintana Roo, Tax Collection

1. INTRODUCCIÓN

La pandemia de Covid-19 desencadenó una crisis sanitaria global sin precedentes, que a su vez generó una profunda transformación en los sistemas económicos a nivel mundial, México, como otros países, experimentó un severo impacto en su actividad económica, y el estado de Quintana Roo, altamente dependiente del turismo, se vio particularmente afectado en el aspecto económico. Poniendo especial énfasis en el Impuesto Sobre Nómina (ISN), Impuesto al Hospedaje (ISH) y en el Derecho de Suministro de Agua Potable (DSAP), estas obligaciones, que se encuentran estrechamente vinculadas a la actividad económica y al consumo, fueron indicadores clave para evaluar los ingresos recaudados en la entidad.

El enfoque de la investigación estuvo en estudiar los tributos fiscales durante la crisis sanitaria de COVID-19 en Quintana Roo, con el propósito de analizar el posible impacto en los ingresos del Estado y su potencial efecto en las finanzas públicas, de la misma manera, se hicieron comparaciones entre el año anterior a y durante la contingencia.

Debido a que la obtención de ingresos fiscales es fundamental para la administración de servicios públicos esenciales como la educación, la salud y la seguridad pública, en caso de que se generará un descenso, esto puede tener un impacto negativo en la calidad de vida de la ciudadanía. Asimismo, un sistema fiscal sólido y eficiente es fundamental para mantener la estabilidad fiscal y evitar una crisis económica, y es que si se aumentan los impuestos ya existentes o se crean nuevos impuestos puede ocasionar una afectación para la población que tiene que erogar mayores cantidades de recursos para satisfacer sus necesidades básicas.

En ese contexto, la actividad turística es de suma importancia para México, ya que según información del Compendio Estadístico del Turismo en México 2019 publicado por la Secretaría de Turismo federal (SECTUR, 2019) este sector representó el 8.7% del Producto Interno Bruto (PIB), lo cual significó unos ingresos de 24.6 mil millones de dólares en el 2018, mientras que, en 2019, 45.02 millones de turistas internacionales visitaron México.

En el ámbito local, desde su creación como estado hasta la actualidad, Quintana Roo se ha caracterizado por la importante actividad turística, siendo su principal motor económico, de acuerdo con los datos proporcionados por la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (SEDETUR, 2022), durante el 2019, se registró un total de 16,753,844 visitantes que ingresaron al estado durante el transcurso del año. Asimismo, se estimó que se obtuvo una derrama económica valorada en \$16,645.90 MDD, se disponía de una infraestructura hotelera de 1,129 establecimientos hoteleros que representan 107,128 habitaciones, con una ocupación promedio

al mes de diciembre del 74% en dicho año; en consecuencia, la entidad ha destacado como una con las mayores tasas de creación de empleo a nivel nacional.

Por otra parte, en diversos estudios se ha demostrado que en nuestro país la efectividad en la recaudación ha sido históricamente baja en comparación con otras naciones. Un estudio desarrollado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), por Peredo (2022) indica que:

México se encuentra en los niveles más bajos de recaudación tributaria como porcentaje del PIB en comparación con otros países de América Latina, tan solo por delante de la República Dominicana, el Paraguay, Guatemala, Panamá y el Perú. Si se compara con el Brasil, la Argentina y el Uruguay, se encuentra sumamente rezagado, ya que estos países en 2020 tuvieron ingresos tributarios cercanos a 30 puntos porcentuales del PIB y, en los últimos cinco años, el promedio fue del 29,5% para el Uruguay, del 29,7% para la Argentina y del 31,8% para el Brasil. Incluso, México ha estado por debajo del promedio de los ingresos tributarios de los países de la región como porcentaje del PIB, que en 2020 ascendió al 21,9%. (p. 14)

En el caso de Quintana Roo la situación es muy similar, puesto que según datos de la Cuenta Pública 2019 publicados por la Secretaría de Finanzas y Planeación (SEFIPLAN, 2020), los ingresos locales recaudados en aquel año fueron de 5,999.276 millones de pesos, mientras que los ingresos obtenidos por participaciones federales e ingresos derivados de financiamientos fueron de 28,656.039 millones de pesos, de manera que los ingresos locales recaudados solo representaron 17.31% del total ingresado en tal año, encontrándose en un porcentaje similar al de nuestro país en el estudio de la CEPAL.

Tras el inicio de la crisis sanitaria global iniciada en 2020, se dio un impacto significativo en la economía nacional, que igualmente permeó en los estados, dado que ciertas actividades económicas, como el turismo, dependen en gran medida de la movilidad social, este sector se vio particularmente afectado, en ese sentido Esquivel (2020) menciona:

El impacto de la pandemia sobre la actividad económica en México ha sido muy significativo. La magnitud y características de dicho impacto pueden identificarse en tres fases o etapas distintas. Por un lado, se tuvo un primer efecto a fines del primer trimestre de 2020 derivado del cierre de varios países y de la correspondiente cancelación de vuelos a nivel mundial. Esto representó un enorme choque negativo en marzo en aquellas entidades y regiones del país orientadas a las actividades turísticas como Quintana Roo y Baja California Sur. El inicio del confinamiento en países asiáticos y europeos también se reflejó en las primeras disrupciones importantes en los procesos productivos asociados a las cadenas globales de valor de algunos sectores manufactureros.

La segunda fase, por su parte, significó una caída mucho más profunda y generalizada. Así, el Indicador Global de Actividad Económica (IGAE) de abril disminuyó en 17.3% con respecto a marzo, la contracción más grande de toda su historia para un solo mes. Esta caída fue el resultado de una disminución tanto en la actividad industrial (-25%) como en el sector de servicios (-14%). Dentro de éstos, la caída más profunda fue en los Servicios de alojamiento temporal y de alimentos y bebidas, que cayeron en un 60% adicional, seguido del Comercio al menudeo (-31%), Transporte, correos y almacenamiento (-26%), Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos (-24%) y Comercio al mayoreo (-15%). (pp. 2 - 3)

La paralización de actividades obligó a numerosas empresas a cerrar temporal o definitivamente, lo que generó una pérdida significativa de empleos, sobre este asunto Esquivel (2020) resalta:

Los sectores productivos que han sido los más afectados en términos relativos han sido la agricultura (-11.5%), la construcción (-10.1%) y los servicios para personas, empresas y el hogar (-8.6%). En estos tres sectores se concentra el 60% de todos los empleos perdidos durante la pandemia. Otros sectores afectados de manera importante en términos absolutos han sido la Industria de la Transformación (245 mil empleos perdidos,

4.4%) y el Comercio (131 mil, -3.2%). En conjunto, estos cinco sectores aportan el 94% de todos los empleos formales perdidos.

En términos regionales, la pérdida de empleos formales también ha sido muy heterogénea. Si bien la pérdida nacional de empleos fue de 5.4% entre febrero y junio, el impacto en algunos estados ha sido mucho mayor. Así, por ejemplo, Quintana Roo perdió cerca de una cuarta parte de todos sus empleos formales en ese periodo (-24%). Las otras entidades más afectadas han sido Baja California Sur (-10.9%), Sinaloa (-10%), Nayarit (9.6%) y Guerrero (-8.7%). Como se puede ver, las entidades que resultaron más afectadas en materia de empleo son aquellas que dependen en forma importante del turismo nacional e internacional. (pp. 6 - 7)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

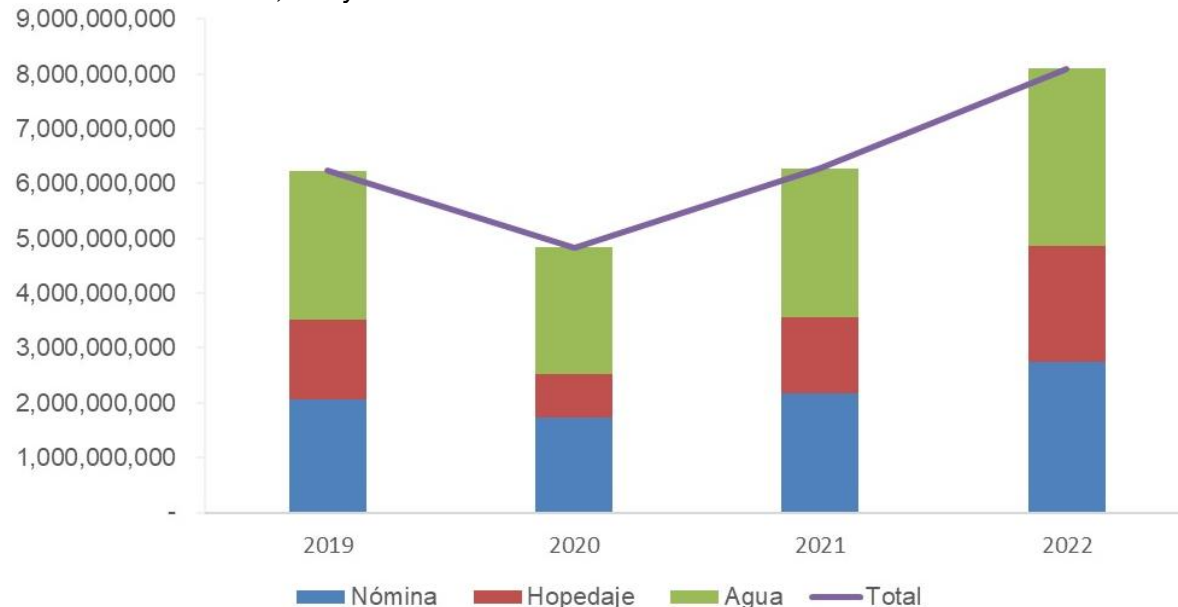
Se empleó una metodología mixta predominantemente cuantitativa, y de carácter documental, basándose en la revisión de informes oficiales, estadísticas gubernamentales y documentos de política pública, donde los datos de recaudación fueron obtenidos mediante la PNT, además de los existentes en bases de datos públicas gubernamentales, repositorios y sitios web oficiales; para posteriormente realizar el análisis de los datos mediante la técnica de triangulación, permitiendo comparar y estudiar la información de las diversas fuentes para determinar el impacto de la pandemia en la recaudación tributaria en Quintana Roo. Asimismo, se identificaron las tendencias temporales y se evaluaron los efectos en los ingresos fiscales previo y durante la crisis sanitaria.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar de manera conjunta la recaudación por concepto de ISH, ISN y DSAP, se puede deducir de manera más amplia cual fue el impacto en las contribuciones más importantes para el estado, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1.

Recaudación total ISH, ISN y DSAP



Nota: La figura muestra la cantidad recaudada total, así como su tendencia, por concepto de ISH, ISN y DSAP, durante el periodo 2019-2022. Datos otorgados por la SEFIPLAN.

En la figura 1 resalta una tendencia al alza en la recaudación de contribuciones en Quintana Roo desde el 2019; sin embargo, la pandemia de COVID-19 provocó una caída significativa en la recaudación, de alrededor de mil millones de pesos en el 2020; no obstante, a partir del 2021, se

observa una recuperación gradual, llevando incluso a superar los niveles precrisis en 2022, por lo tanto podría intuirse que tal desempeño positivo puede atribuirse a una rápida reactivación del sector turístico, el cual también pudo haber tenido una influencia positiva en lo relativo a nómina y agua.

En este contexto una parte de la disminución observada la constituyeron los estímulos otorgados, en donde se encontró que, del periodo de la contingencia, 2020-2022, únicamente se fueron dados entre los meses de abril a septiembre del año 2020, y solamente por concepto de ISN, representando un monto equivalente a \$103,544,110.00 pesos, los cuales el estado no percibió debido a los apoyos que se dieron a los contribuyentes.

Tabla 1

Estímulos Otorgados por el Estado de Quintana Roo

Estímulos Fiscales del Impuesto sobre Nóminas 2020 (Pesos)							
Municipio	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Othón P. Blanco	2,751,458	7,893,771	8,959,476	6,969	337	22	19,612,033
Benito Juárez	8,856,250	25,794,138	26,494,434	35,315	0	0	61,180,137
Cozumel	418,932	1,650,049	1,621,401	444	3,487	0	3,694,313
Isla Mujeres	210,507	565,145	423,945	0	0	0	1,199,597
Felipe Carrillo Puerto	49,020	225,265	264,007	0	0	0	538,292
José María Morelos	4,718	35,651	33,924	0	0	0	74,293
Lázaro Cárdenas	20,996	107,290	116,162	795	0	0	245,243
Solidaridad	2,229,947	5,180,510	5,302,529	25,536	0	0	12,738,522
Tulum	312,442	1,682,471	992,394	799	0	0	2,988,106
Bacalar	41,149	153,587	163,652	0	0	0	358,388
Puerto Morelos	110,893	278,358	525,935	0	0	0	915,186
Total:	15,006,312	43,566,235	44,897,859	69,858	3,824	22	103,544,110

Nota: Montos de estímulos fiscales otorgados por municipios y totales, por concepto de ISN, durante el 2020. Datos otorgados por SEFIPLAN.

La tabla 1 presenta detalladamente los montos de estímulos fiscales otorgados en cada municipio de Quintana Roo por concepto de ISN durante el año 2020, en donde es evidente una fuerte concentración de estos estímulos en unos pocos municipios, principalmente en aquellos con mayor actividad económica y población, como Benito Juárez, Solidaridad y Othón P. Blanco.

4. CONCLUSIONES

Si bien la pandemia de COVID-19 tuvo una afectación en la recaudación tributaria del Estado de Quintana Roo, evidenciándose en una caída marcada en los ingresos fiscales durante 2020, derivados de que el ISH e ISN son gravámenes relacionados directamente con los sectores dependientes del turismo, a lo que se le suma el monto de estímulos fiscales; sin embargo, los datos muestran una rápida recuperación y una tendencia positiva en los años 2021 y 2022, incluso superando los niveles prepandemia de 2019, por lo que se puede considerar que no hubo un impacto significativo duradero en los ingresos, aun con ello, es necesario fortalecer las políticas fiscales y diversificar las fuentes de los ingresos para mejorar la estabilidad financiera a largo plazo.

REFERENCIAS

- Esquivel, G., (2020). *Los impactos económicos de la pandemia en México*.
<https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/articulos-y-otras-publicaciones/%7BD442A596-6F43-D1B5-6686-64A2CF2F371B%7D.pdf>
- Peredo, G. (2022). *Tributación subnacional en México: Análisis de la situación actual y recomendaciones de política*. 203. Estudios y Perspectivas-Sede Subregional de la CEPAL en México. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b6ec746c-600d-4117-bc77-d99aa1f393dd/content>
- Secretaría de Finanzas y Planeación (SEFIPLAN). (2020). *CUENTA PÚBLICA 2019 (TOMO I RESULTADOS GENERALES)*.
https://sefiplan.qroo.gob.mx/sistemas/Cpublica/archivos/FG_10062020_TOMO%20I.pdf
- Secretaría de Turismo (SECTUR). (2019). *Compendio Estadístico del Turismo en México 2019*.
https://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos%20compartidos/COMPENDIO_2019.pdf
- Secretaría de Turismo (SEDETUR). (2022). *Indicadores turísticos enero-diciembre 2019*.
http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-Dic-2019_actualizado.pdf

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-31>

MICROVÍDEOS COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA ALUMNADO CON NEAE EN FORMACIÓN PROFESIONAL

Montaño Sobrino, Antonio Manuel

Universidad de Sevilla

Sevilla, España

antmonsob@alum.us.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8202-8831>

Conde Jiménez, Jesús

Universidad de Sevilla

Sevilla, España

jconde6@us.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4471-5089>

Martín Gutiérrez, Ángela

Universidad de Sevilla / Universidad Internacional de la Rioja

Sevilla, España

angela.martin@unir.net - amartin9@us.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9847-245X>

RESUMEN

La atención a la diversidad en la Formación Profesional constituye un desafío clave para garantizar la inclusión y la equidad en el sistema educativo. Este estudio presenta una experiencia desarrollada durante el curso 2024/2025 en un grupo de primer curso del ciclo formativo de grado medio de Electricidad e Instalaciones Eléctricas, en la que se emplearon microvídeos elaborados por el docente como recurso metodológico de apoyo al aprendizaje en el módulo de Itinerario Personal para la Empleabilidad I. La Investigación, de carácter cualitativo y diseño exploratorio, se basó en la técnica de grupo focal con el alumnado, entre el cual se encontraba un número significativo de estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE). Los resultados muestran aumento de la motivación y participación del alumnado, mejora de comprensión de contenidos complejos y la accesibilidad, lo que se reflejó en un incremento del número de aprobados en las evaluaciones posteriores a la implementación de esta estrategia. El alumnado destacó positivamente la posibilidad de disponer de materiales audiovisuales breves y accesibles que podía revisar en diferentes contextos y momentos. En conclusión, la experiencia evidencia que los recursos digitales adaptados al grupo son herramientas eficaces para promover la inclusión, respetando los resultados de aprendizaje oficiales.

Palabras clave: Educación, Formación Profesional, Metodología, Tecnología.

ABSTRACT

Addressing diversity in vocational training is a key challenge for ensuring inclusion and equity in the education system. This study presents an experience developed during the 2024/2025 academic year in a first-year group of students in the intermediate level vocational training cycle of Electricity and Electrical Installations. In this study, microvideos created by the teacher were used as a methodological resource to support learning in the Personal Itinerary for Employability

I module. The qualitative research, with an exploratory design, was based on focus group techniques with students, including a significant number of students with specific educational support needs (SES). The results show increased student motivation and participation, improved understanding of complex content, and improved accessibility, which was reflected in an increase in the number of passes in assessments following the implementation of this strategy. Students positively highlighted the possibility of having short, accessible audiovisual materials available to review in different contexts and at different times. In conclusion, experience shows that digital resources tailored to the group are effective tools for promoting inclusion, while respecting official learning outcomes.

Keywords: Education, Vocational Training, Methodology, Technology.

1. INTRODUCCIÓN

La atención a la diversidad en el sistema educativo constituye un reto para garantizar la equidad y la inclusión. En España, la Ley Orgánica 2/2006, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), establece en su artículo 71.2 al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE) como aquel que requiere una atención educativa diferente a la ordinaria por diversas razones: necesidades educativas especiales, retraso madurativo, trastornos del desarrollo del lenguaje y la comunicación, trastornos de atención o de aprendizaje, desconocimiento grave de la lengua de aprendizaje, situación de vulnerabilidad socioeducativa, altas capacidades intelectuales, incorporación tardía al sistema educativo o condiciones personales o de historia escolar. El objetivo último es que dicho alumnado alcance el máximo desarrollo de sus capacidades y, en todo caso, los objetivos generales establecidos para todo el estudiantado.

A nivel europeo, la Red Eurydice (2024) reconoce la definición española y subraya la necesidad de garantizar la detección precoz, la atención integral y la continuidad de apoyos en todos los niveles, incluidos los estudios de Formación Profesional (FP). En esta misma línea, la Agencia Europea para las Necesidades Especiales y la Educación Inclusiva (2022) recomienda superar un modelo centrado en etiquetas diagnósticas y avanzar hacia un enfoque basado en los derechos y las necesidades de todo el alumnado, evitando la estigmatización.

En el ámbito de la FP, la legislación española vigente, Ley Orgánica 3/2022, de Ordenación e Integración de la Formación Profesional, y su desarrollo mediante el Real Decreto 659/2023, establece que los resultados de aprendizaje de los títulos tienen carácter estatal e inalterable. Lo que implica la imposibilidad de realizar adaptaciones curriculares a alumnado con NEAE.

Ante esta situación, la normativa contempla también medidas de apoyo metodológico, adaptaciones de acceso y flexibilización de los itinerarios, como vías para favorecer la inclusión y la accesibilidad universal a la FP. Es este contexto, surge la necesidad de explorar recursos pedagógicos que, sin alterar los resultados de aprendizaje, contribuyan a la inclusión.

El presente trabajo muestra una experiencia de aula desarrollada en el curso 2024/2025 con alumnado de 1º de Grado Medio de Instalaciones Eléctricas y Automáticas. Se propone el uso de microvídeos como recurso metodológico de apoyo para facilitar que el alumnado con NEAE pueda alcanzar los objetivos establecidos en el módulo de Itinerario Personal para la Empleabilidad I (IPE I).

2. MARCO CONCEPTUAL

La atención a la diversidad constituye uno de los ejes centrales en la política educativa española. La Ley Orgánica 3/2022, de Ordenación e Integración de la Formación Profesional, y su desarrollo mediante el Real Decreto 659/2023, establecen que la Formación Profesional debe

garantizar la inclusión, la accesibilidad universal y la adopción de medidas metodológicas y organizativas que favorezcan el aprendizaje de todo el alumnado. Estas disposiciones normativas subrayan que, si bien no son posibles las adaptaciones curriculares significativas que modifiquen los resultados de aprendizaje oficiales, sí se contemplan adaptaciones de acceso, flexibilización de la enseñanza, apoyos metodológicos, así como ajustes razonables en la evaluación. En este marco, los recursos digitales, microvídeos elaborados por el profesorado, se configuran como una medida coherente con la normativa para promover la equidad en FP.

En el ámbito académico, los microvídeos han sido ampliamente reconocidos como herramientas pedagógicas capaces de aumentar la motivación y el compromiso del alumnado. Ester et al. (2023) señalan que su utilización en la enseñanza superior favorece la comprensión de metodologías activas y la implicación del estudiante en el proceso de aprendizaje. De igual modo, Zhu et al. (2022) demuestran que la brevedad y el dinamismo de este formato inciden positivamente en el rendimiento académico y en la preferencia de los estudiantes frente a materiales audiovisuales extensos, constatando un incremento en la participación y en las calificaciones finales.

No obstante, la eficacia de los vídeos educativos depende en gran medida de su diseño instruccional. Teniendo en cuenta que éstos resultan más efectivos cuando se integran en entornos de aprendizaje activo, acompañado de preguntas orientadoras, actividades interactivas o tareas que fomenten la reflexión (Brame, 2016). En esta misma línea, Navarrete et al. (2023) proponen una taxonomía que organiza las características fundamentales de los vídeos educativos (elementos visuales y auditivos, interacción, estilo del docente, diseño de las actividades y producción técnica), la cual resulta útil para orientar la elaboración de materiales audiovisuales ajustados a las necesidades del alumnado de FP.

Asimismo, el éxito de estas metodologías está estrechamente vinculado a las competencias digitales del profesorado. Rahmawati (2021) destaca que la incorporación eficaz de recursos audiovisuales en FP exige docentes con una sólida preparación digital y pedagógica, capaces de adaptar los materiales a contextos diversos y multiculturales. Esta exigencia se alinea con las recomendaciones europeas (DigCompEdu) y con los objetivos de la FP española, orientada a la innovación metodológica y la inclusión como principios rectores (Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional). Sustentándose la realización de experiencias como la descrita en un doble marco: normativo, atendiendo a lo especificado en la normativa española de referencia para la etapa formativa y académica, que aporta evidencias sobre la eficacia de este recurso en la mejora de la motivación, el aprendizaje y la accesibilidad del alumnado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, de carácter cualitativo exploratorio, analizó las percepciones de estudiantes de FP sobre el uso de microvídeos como apoyo metodológico en el módulo de Itinerario Personal para la Empleabilidad I. La muestra final estuvo compuesta por 13 alumnos varones al no tener inscripciones femeninas, en un centro público andaluz, con edades entre 16 y 45 años, tras seis abandonos de un grupo inicial de 19. De entre ellos, 6 contaban con diagnóstico de NEAE.

La intervención se desarrolló durante el curso 2024/2025, con tres evaluaciones (diciembre, marzo y junio). Se produjeron 27 microvídeos de entre 5 y 13 minutos, difundidos en la plataforma Youtube privado con acceso restringido y publicado con al menos una semana de antelación a cada prueba. Diseñados según principio de Video-based learning (Mayer, 2021) e integrados en actividades y tareas.

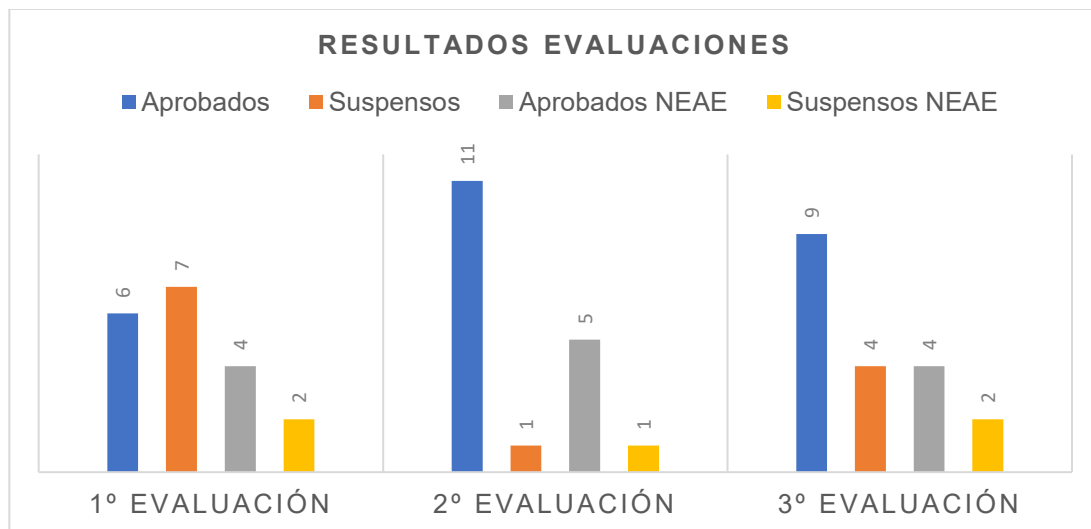
Para la recogida de datos se empleó un grupo focal de 60 minutos, con seis preguntas guía, moderado por el docente, grabado en audio y transcrito.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar el curso se realizó una reunión con el alumnado para valorar el uso de microvídeos en el módulo de IPE I y contrastar sus percepciones con los resultados académicos. Aunque se observó un incremento de aprobados en la segunda y tercera evaluación respecto a la primera, como se puede observar en la figura 1, no puede atribuirse de forma causal a la introducción de los vídeos, dado que los contenidos de cada evaluación eran distintos (Derecho del trabajo y Seguridad Social en la segunda, técnicas de búsqueda de empleo en la tercera), además de la ausencia de grupo control y la posible influencia de factores de maduración o intervención del docente.

Figura 1

Estadísticas del número de aprobados y suspensos en cada evaluación especificando alumnado con NEAE.



Nota. Resultados de las evaluaciones de los estudiantes que cursan la asignatura de Itinerario Personal para la Empleabilidad I (IPE I).

En el análisis cualitativo emergieron tres ejes principales. En cuanto a accesibilidad temporal, la brevedad de los vídeos facilitó su consulta en tiempos cortos: *“Al ser vídeos cortos, aprovechaba los recreos para escucharlos y repasar el tema.”* Respecto a la comprensión de los contenidos, varios estudiantes destacaron su utilidad como apoyo frente al manual: *“Había veces que no entendía el libro y me ponía los vídeos para entenderlo.”* Finalmente, en relación con el uso estratégico, la mayoría reconoció verlos sobre todo en los días previos al examen: *“Me los pongo mientras juego a videojuegos y los escucho de fondo.”* Como contracara, dos alumnos con NEAE que suspendieron admitieron no haber utilizado los vídeos pese a conocerlos.

Los resultados conectan con el marco DigCompEdu, que enfatiza la competencia docente para crear recursos digitales accesibles, inclusivos y motivadores buscando la implicación activa del alumnado.

5. CONCLUSIONES

Para concluir, la incorporación de los microvídeos segmentados, junto con cuestionarios breves y guías de estudio, favoreció la motivación y participación del alumnado de FP, en línea con lo señalado por Narváez-Piñando et al (2019). Asimismo, esta estrategia contribuyó a mejorar el rendimiento del alumnado con NEAE, al proporcionar entornos de aprendizaje más accesibles e inclusivos (Navas-Bonilla et al., 2025; Gallud et al., 2021; Lynch, 2022 y Chimbo, 2025). Como próximos pasos, se recomienda avanzar hacia diseños cuasiexperimentales o mixtos, incorporar seguimientos longitudinales y utilizar analíticas de visualización de los microvídeos, a fin de obtener evidencias objetivas sobre la efectividad de la metodología.

REFERENCIAS

- Brame, C. (2016). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *Life Sciences Education*.
https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125open_in_new
- Centeno Mediavilla, C., y Herrero Rámila, C. (2023, marzo). La contribución del marco europeo de competencias digitales para el ciudadano – DigComp - en el desarrollo de las competencias digitales. Cuadernos del Mercado de Trabajo, (9). Servicio Público de Empleo Estatal. <https://acortar.link/3e8uNH>
- Chimbo, K., Triviño, A., Ortiz, M., y Cordero, O., (2025). Las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) aplicadas a las Necesidades Educativas Especiales en el contexto ecuatoriano. *Reincisol*, 4(7), pp. 1031-1055. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)1031-1055](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1031-1055)
- Ester, P. Morales, I y Herrero, L. (2023). "Micro-Videos as a Learning Tool for Professional Practice during the Post-COVID Era: An Educational Experience," *Sustainability*, 15, 5596. <https://doi.org/10.3390/su15065596>
- European Agency for Special Needs and Inclusive Education (2022). *Agency position on inclusive education system- Second edition*. European Agency. Recuperado de <https://acortar.link/P9T3K6>
- Eurydice. (2024). *Atención al alumnado con necesidades educativas especiales en España*. Comisión Europea, Red Eurydice. Recuperado de <https://acortar.link/3Yztvs>
- Gallud JA, Carreño M, Tesoriero R, Sandoval A, Lozano MD, Durán I, Penichet VMR, Cosío R. (2023), Technology-enhanced and game based learning for children with special needs: a systematic mapping study. *Univers Access Inf Soc*.;22(1):227-240. doi: 10.1007/s10209-021-00824-0.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340 de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/con>
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. Boletín Oficial de Estado, 78, de 1 de abril de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2022/03/31/3/con>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8>
- Lynch, P., Singal, N., & Francis, G. A. (2022). Educational technology for learners with disabilities in primary school settings in low- and middle-income countries: a systematic literature review. *Educational Review*, 76(2), 405–431. <https://doi.org/10.1080/00131911.2022.2035685>
- Mayer, R. E. (2021). Evidence-based principles for how to design effective instructional videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10(2), 229–240. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2021.03.007>

- Narváez-Pinango, M., Pozo-Revelo, D., y Álvarez-Tinajero, N. (2024). El impacto de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Ecos De La Academia*, 10(19): e983, 1-15. <https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v10i19.983>
- Navarrete, E. Nehring, A. Schanze, S. Ewerth, R. (2023). A Closer Look into Recent Video-based Learning Research: A Comprehensive Review of Video Characteristics, Tools, Technologies, and Learning Effectiveness. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13617>
- Navas-Bonilla, Cd. R., Guerra-Arango, J. A., Oviedo-Guado, D. A., & Murillo-Noriega, D. E. (2025). Inclusive education through technology: A systematic review of types, tools and characteristics. *Frontiers in Education*, 10, 1527851. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1527851>
- Rahmawati, S, Prestridge, S. Ade Gafar Abdullah, A. Widiaty, I. (2021). Unpacking the digital competence challenge in vocational education: A case from Indonesia. *Social Sciences & Humanities Open*. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101803>
- Real Decreto 659/2023, de 18 de julio, por el que se desarrolla la ordenación del Sistema de Formación Profesional. Boletín Oficial del Estado, 174, de 22 de julio de 2023. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/07/18/659>
- Zhu J, Yuan H, Zhang Q, Huang PH, Wang Y, Duan S, Lei M, Lim EG, Song P. (2022). The impact of short videos on student performance in an online-flipped college engineering course. *Humanit Soc Sci Commun* ;9(1):327. doi: [10.1057/s41599-022-01355-6](https://doi.org/10.1057/s41599-022-01355-6)

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-32>

PERFILES DE INNOVACIÓN LOGÍSTICA EN EMPRESAS PARAGUAYAS

Sotto, Romina

Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo, Paraguay

rominasotto902@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5794-8407>

Baéz, María del Mar

Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo, Paraguay

mariabaez23@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3319-1869>

Guizmaraes, Liliana

Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo, Paraguay

guizmaraesliliana@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9191-8809>

RESUMEN

Este estudio analiza perfiles de innovación logística en empresas paraguayas desde el enfoque neoschumpeteriano de sistemas de innovación, enfatizando la heterogeneidad empresarial como componente de capacidades dinámicas nacionales. La investigación examina complementariedades entre tipos de innovaciones logísticas y trayectorias tecnológicas diferenciadas en una economía sin salida al mar. Se analizaron 617 empresas de la Encuesta de Innovación Empresarial 2021 (2018-2020), aplicando análisis de clúster bietápico y pruebas chi-cuadrado y V de Cramer. Los resultados identificaron siete perfiles: Modernizadores Incrementales (20,9%), Innovadores Integrales (5,2%), Pioneros Selectivos (3,6%), Optimizadores Internos (4,7%), Empresas Tradicionales (17,3%), Gestores de Información (42,8%), y Disruptores Estratégicos (5,5%). Se identificaron tres trayectorias tecnológicas: integración informacional (68,2%), innovación radical selectiva (8,8%), y resistencia/optimización interna (22,0%). Los patrones varían según sector y tamaño empresarial, evidenciando heterogeneidad en capacidades logísticas como limitación sistémica y potencial innovador para políticas diferenciadas de desarrollo de capacidades dinámicas.

Palabras clave: Capacidades dinámicas, heterogeneidad empresarial, innovación logística, Paraguay, sistemas de innovación, trayectorias tecnológicas.

ABSTRACT

This study analyzes logistics innovation profiles in Paraguayan companies through the neo-Schumpeterian innovation systems approach, emphasizing business heterogeneity as a component of national dynamic capabilities. The research examines complementarities between logistics innovation types and differentiated technological trajectories in a landlocked economy. Data from 617 companies from the 2021 Business Innovation Survey (2018-2020) were analyzed using two-step cluster analysis and chi-square and Cramer's V tests. Results identified seven profiles: Incremental Modernizers (20,9%), Comprehensive Innovators (5,2%), Selective Pioneers (3,6%), Internal Optimizers (4,7%), Traditional Companies (17,3%), Information

Managers (42,8%), and Strategic Disruptors (5.5%). Three technological trajectories were identified: informational integration (68,2%), selective radical innovation (8,8%), and resistance/internal optimization (22,0%). Patterns vary by economic sector and company size, evidencing heterogeneity in logistics capabilities as both systemic limitation and innovative potential for differentiated policies aimed at developing dynamic capabilities.

Keywords: Dynamic capabilities, business heterogeneity, innovation systems, logistics innovation, Paraguay, technological trajectories.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas nacionales de innovación en economías en desarrollo configuran patrones diferenciados de adopción tecnológica empresarial. Paraguay, economía sin salida al mar con dependencia de corredores de exportación, enfrenta asimetrías sectoriales en capacidades de absorción tecnológica y heterogeneidad empresarial marcada.

La heterogeneidad empresarial en innovación logística requiere marcos conceptuales que integren capacidades dinámicas organizacionales y trayectorias tecnológicas diferenciadas (Nelson & Winter, 1982). Desde el enfoque neoschumpeteriano, que extiende la visión de destrucción creativa de Schumpeter (1942), esta diversidad constituye un componente fundamental de los sistemas de innovación donde coexisten empresas con diferentes niveles de madurez tecnológica (Arocena & Sutz, 2000).

La innovación logística, como capacidad dinámica organizacional, integra dimensiones tecnológicas, organizacionales y relacionales en gestión de inventarios, transporte y distribución (Christopher, 2016; Teece et al., 1997). Este estudio analiza perfiles diferenciados de adopción de innovaciones logísticas en empresas paraguayas, identificando trayectorias tecnológicas y patrones sectoriales. El objetivo es caracterizar complementariedades entre tipos de innovación logística según sector económico y tamaño empresarial, proporcionando evidencia para políticas diferenciadas.

2. MARCO CONCEPTUAL

El análisis de la heterogeneidad empresarial en innovación logística requiere un marco conceptual que integre capacidades dinámicas organizacionales y trayectorias tecnológicas diferenciadas. Desde el enfoque evolucionista, las empresas desarrollan rutinas específicas que configuran patrones distintivos de adopción tecnológica (Nelson & Winter, 1982). Esta perspectiva se fundamenta en la visión schumpeteriana de la innovación como proceso de destrucción creativa que genera heterogeneidad en las capacidades empresariales (Schumpeter, 1942), siendo la diversidad empresarial fundamental en sistemas de innovación.

En Latinoamérica, Arocena y Sutz (2000) identifican que la heterogeneidad del tejido empresarial se caracteriza por vínculos frágiles entre organizaciones, predominio de innovaciones incrementales y capacidades asimétricas de absorción tecnológica, reflejando limitaciones sistémicas, pero también potencial innovador.

La innovación logística, como capacidad dinámica organizacional, integra dimensiones tecnológicas, organizacionales y relacionales en gestión de inventarios, transporte y distribución (Christopher, 2016). Teece et al. (1997) definen las capacidades dinámicas como habilidades para integrar, construir y reconfigurar competencias en respuesta a cambios ambientales. Mentzer et al. (2001) distinguen innovaciones incrementales de radicales en procesos logísticos. En Paraguay, economía sin salida al mar, las complementariedades logísticas son estratégicas para construir capacidades dinámicas y fortalecer cadenas regionales de valor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación utilizó datos de la Encuesta de Innovación Empresarial Paraguay 2021, correspondiente al período 2018-2020, con una muestra válida de 617 empresas (91,4% de la muestra original). El diseño fue cuantitativo, descriptivo-correlacional, con alcance explicativo.

Las empresas se distribuyeron en tres sectores: industria manufacturera (69,7%), información y comunicaciones (20,7%), y actividades profesionales, científicas y técnicas (9,6%). La estratificación por tamaño incluyó micro y pequeñas empresas (63,1%), grandes empresas (21,6%), y medianas empresas (15,4%). Las variables analizadas fueron: métodos logísticos nuevos, métodos logísticos mejorados y gestión de información de cadena de suministro. Se aplicó análisis de clúster bietápico para identificar perfiles diferenciados, validando la segmentación mediante medidas de silueta de cohesión y separación. Las asociaciones estadísticas se analizaron mediante tablas cruzadas con pruebas chi-cuadrado y V de Cramer, estableciendo significancia estadística en $p < 0,05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis identificó siete perfiles diferenciados de innovación logística con calidad de segmentación "suficiente". Los Gestores de Información constituyen el perfil dominante (42,8%), seguido por Modernizadores Incrementales (20,9%) y Empresas Tradicionales (17,3%). Los perfiles de innovación radical (Innovadores Integrales 5,2%, Disruptores Estratégicos 5,5%, Pioneros Selectivos 3,6%) representan minoría significativa. Las asociaciones estadísticas fueron altamente significativas: métodos logísticos nuevos ($\chi^2=617.000$, $p < 0,001$, $V=1.000$), métodos mejorados ($\chi^2=592.102$, $p < 0,001$, $V=0,980$), e información de cadena de suministro ($\chi^2=617.000$, $p < 0,001$, $V=1.000$). Los patrones sectoriales muestran que la industria manufacturera se concentra en integración informacional (39,1%) y modernización incremental (23,5%), mientras servicios especializados priorizan gestión de información (45,8%-53,9%). Las diferencias por tamaño empresarial fueron significativas ($\chi^2=28.608$, $p=0,005$), con micro y pequeñas empresas enfocadas en gestión básica de información (49,1%), mientras grandes empresas diversifican estrategias. Se identificaron tres trayectorias tecnológicas: integración informacional (68,2%), innovación radical selectiva (8,8%), y resistencia/optimización interna (22,0%).

Tabla 1

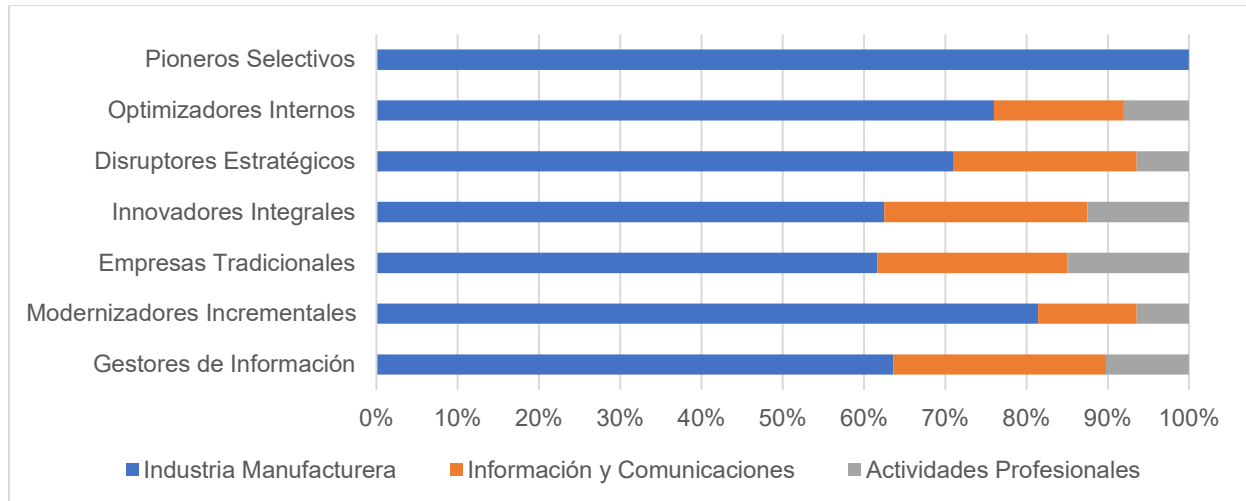
Tipología de Perfiles de Innovación Logística en Empresas Paraguayas

Clúster	Perfil	N	%	Características Principales
1	Modernizadores Incrementales	129	20,9	Mejoran métodos existentes con integración informacional
2	Innovadores Integrales	32	5,2	Adopción simultánea de métodos nuevos y mejorados
3	Pioneros Selectivos	22	3,6	Solo implementan métodos completamente nuevos
4	Optimizadores Internos	29	4,7	Mejoran procesos logísticos existentes sin integración externa de información
5	Empresas Tradicionales	107	17,3	Sin innovaciones logísticas significativas
6	Gestores de Información	264	42,8	Integración de información sin cambios metodológicos
7	Disruptores Estratégicos	34	5,5	Implementan métodos completamente nuevos con integración informacional avanzada

Nota. Fuente: Encuesta de Innovación Empresarial Paraguay 2021.

Figura 1

Distribución Sectorial de Perfiles de Innovación Logística



Nota: La figura evidencia patrones sectoriales diferenciados, con predominancia de Gestores de Información en todos los sectores. Chi-cuadrado = 24.947, $p = 0.015$. Fuente: Encuesta de Innovación Empresarial Paraguaya 2021.

5. CONCLUSIONES

Los resultados evidencian heterogeneidad significativa en capacidades logísticas del tejido empresarial paraguayo, con predominancia de estrategias de integración informacional sobre innovaciones metodológicas radicales. La baja representación de innovadores integrales indica oportunidades para políticas públicas que fomenten capacidades dinámicas complejas, mientras la persistencia de empresas tradicionales señala necesidades de programas básicos de capacitación logística. Los patrones sectoriales diferenciados confirman la importancia de enfoques específicos: la industria manufacturera requiere apoyo para modernización incremental, mientras sectores de servicios necesitan aprovechar mejor las capacidades digitales existentes. Las tres trayectorias tecnológicas identificadas reflejan diferentes niveles de madurez innovadora y disponibilidad de recursos, sugiriendo la necesidad de políticas diferenciadas que reconozcan la diversidad de capacidades empresariales en el sistema de innovación paraguayo.

REFERENCIAS

- Arocena, R., & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the South. *Industry and Innovation*, 7(1), 55-75.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5a ed.). Pearson.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Brothers.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-33>

VIOLENCIA DE GÉNERO COMO PROBLEMA ESTRUCTURAL: CONVERGENCIAS Y TENSIONES ENTRE LA JURISPRUDENCIA Y LA EVIDENCIA EMPÍRICA EN ECUADOR

Moreno-Polo, Miguel Francisco

Junta Cantonal de Protección de Derechos del Cantón Nabón
Nabón, Ecuador

fmorenop96@aol.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6714-4321>

Reyes-Guaranda, Mauricio Esteban

Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Políticas y Sociales, Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador

mauricio.reyes@ucuenca.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0834-3529>

Briones-Arias, Christhye Ionne

Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador

ionne.briones@ucuenca.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4335-0011>

RESUMEN

La violencia de género en Ecuador constituye un problema estructural que persiste a pesar de la existencia de marcos normativos avanzados y compromisos internacionales. Este estudio se desarrolló en dos fases: una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2018 y 2025 y un análisis jurisprudencial de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos y la Corte Constitucional del Ecuador. Los resultados muestran una alta prevalencia de violencia psicológica, física, sexual, económica y patrimonial, asociada a factores de riesgo como edad, nivel educativo, ruralidad y pertenencia étnica. A nivel jurisprudencial, se consolidaron estándares que reconocen la violencia de género como violación de derechos humanos, ampliando su alcance hacia dimensiones como la violencia obstétrica, patrimonial y simbólica. La comparación entre la evidencia empírica y los estándares jurídicos revela convergencias en la conceptualización del problema, pero también tensiones derivadas de la limitada implementación de políticas y la persistencia de patrones culturales. Se concluye en la necesidad de avanzar hacia una justicia transformadora que articule la normativa con cambios sociales e institucionales efectivos.

Palabras clave: Derechos humanos, Ecuador, justicia transformadora, violencia de género, violencia estructural.

ABSTRACT

Gender-based violence in Ecuador remains a structural problem despite advanced legal frameworks and international commitments. This study was carried out in two phases: a systematic review of scientific literature published between 2018 and 2025 and a jurisprudential analysis of the Inter-American Court of Human Rights, the Inter-American Commission on Human Rights, and the Constitutional Court of Ecuador. Results indicate a high prevalence of psychological, physical, sexual, economic, and patrimonial violence, linked to risk factors such as

age, educational level, rural residence, and ethnic belonging. Jurisprudentially, standards were consolidated that recognize gender-based violence as a human rights violation, expanding its scope to include obstetric, patrimonial, and symbolic forms. The comparison between empirical evidence and legal standards reveals convergences in the conceptualization of the problem, but also tensions related to limited policy implementation and persistent cultural patterns. The findings highlight the need to move towards a transformative justice that links normative recognition with effective social and institutional changes.

Keywords: Ecuador, gender-based violence, human rights, structural violence, transformative justice.

1. INTRODUCCIÓN

La violencia de género es un problema estructural que afecta a la mayoría de mujeres en Ecuador, con alta prevalencia de violencia psicológica, física y sexual (INEC, 2019). Este fenómeno, asociado a desigualdades históricas y al patriarcado, se manifiesta también en dimensiones económicas, patrimoniales y simbólicas (Jaramillo-Bolívar & Carnaval-Erazo, 2020; Mañas et al., 2023). Aunque el país ha suscrito compromisos internacionales como la CEDAW y la Convención de Belém do Pará, y ha promulgado instrumentos como el COIP (2014) y la LOIPEVCM (2018), su implementación enfrenta barreras culturales e institucionales (Puchaicela-Huaca & Torres-Sánchez, 2019; Guarderas-Albuja et al., 2019). La jurisprudencia interamericana, en casos como *González y otras “Campo Algodonero” vs Mexico* (2009) y *Fernández Ortega y otros vs. Mexico* (2010), ha consolidado estándares que reconocen la violencia de género como violación de derechos humanos, mientras que la Corte Constitucional ecuatoriana ha ampliado el concepto a formas como la violencia obstétrica, patrimonial y económica (2019; 2025). Sin embargo, persisten altos niveles de violencia, factores de riesgo socioeconómicos y vacíos en la implementación de políticas. Esta investigación analiza las convergencias y tensiones entre la jurisprudencia y la evidencia empírica, con el fin de identificar avances, limitaciones y desafíos en la construcción de una justicia transformadora en Ecuador.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en dos fases complementarias bajo un enfoque cualitativo, descriptivo y explicativo. La primera consistió en una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2018 y 2025 sobre violencia de género y de pareja en Ecuador, siguiendo criterios PRISMA y tras una búsqueda en ProQuest, Web of Science, Redalyc y Dialnet. Se incluyeron 38 artículos empíricos con revisión por pares, que fueron analizados mediante síntesis narrativa para clasificar hallazgos según metodología, temática y resultados. La segunda fase correspondió a un análisis jurisprudencial y documental de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos y la Corte Constitucional del Ecuador (2009–2025), con especial atención a casos y sentencias emblemáticas. Esta doble estrategia permitió articular la dimensión empírica —centrada en prevalencias, factores de riesgo y barreras socioculturales— con la normativa y jurisprudencial, vinculada al reconocimiento de la violencia de género como violación estructural de derechos humanos y a las obligaciones estatales de debida diligencia, facilitando un abordaje integral de convergencias y tensiones en el contexto ecuatoriano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evidencia empírica sobre violencia de género en Ecuador

La revisión sistemática confirmó la alta prevalencia y diversidad de la violencia de género y de pareja en Ecuador. La encuesta nacional reveló que el 65% de las mujeres ha sufrido algún tipo de violencia, principalmente psicológica, física y sexual (INEC, 2019), mientras que otras investigaciones destacan también la violencia patrimonial y económica (Vacacela & Mideros,

2022). Los estudios identifican factores de riesgo como juventud, bajo nivel educativo, ruralidad, separación o divorcio y pertenencia a comunidades indígenas o afroecuatorianas (Edeby & San Sebastián, 2021; Reyes Mendoza et al., 2023). Además, se evidencia que el machismo y el patriarcado refuerzan prácticas normalizadas de control y dominación (Jaramillo-Bolívar & Carnaval-Erazo, 2020; Mañas et al., 2023). Pese a contar con un marco normativo amplio, persisten deficiencias en la implementación de políticas públicas, expresadas en procesos de reparación insuficientes y revictimización institucional, lo que evidencia una brecha entre lo normativo y la práctica (Guarderas-Albuja et al., 2019; Álvarez-Velasco & Laufer-Corella, 2025).

Estándares jurídicos y jurisprudencia comparada

El análisis jurisprudencial revela avances significativos en el reconocimiento de la violencia de género como violación estructural de derechos humanos. En el ámbito interamericano, la Corte IDH en el caso *González y otras ("Campo Algodonero") vs. México* (2009) definió la violencia feminicida como una manifestación extrema de discriminación estructural, estableciendo la obligación estatal de actuar con debida diligencia. Posteriormente, en *Fernández Ortega vs. México* (2010) se determinó que la violencia sexual cometida por agentes estatales constituye una forma de tortura, reforzando el carácter agravado de estas violaciones. En *Atala Riffo vs. Chile* (2012), la Corte reconoció la discriminación por orientación sexual como una modalidad de violencia institucional, y en *Paola Guzmán Albarracín vs. Ecuador* (2020) amplió la comprensión de la violencia sexual en contextos educativos como una expresión de discriminación estructural que afecta de manera desproporcionada a niñas y adolescentes.

La Comisión Interamericana de Derechos Humanos, por su parte, ha resaltado de manera reiterada la persistencia de impunidad, estereotipos institucionales y falta de debida diligencia en la región. Informes como *Acceso a la justicia para mujeres víctimas de violencia en las Américas* (2007) y *Violencia y discriminación contra mujeres, niñas y adolescentes* (2019) señalan que, pese a los compromisos asumidos, los Estados no logran garantizar plenamente los derechos de las víctimas.

En el ámbito nacional, la Corte Constitucional del Ecuador ha asumido un papel central en la ampliación de los estándares de protección. La sentencia No. 904-12-JP/19 reconoció la violencia obstétrica como una forma de discriminación estructural en el ámbito de la salud. En 2025, la sentencia No. 1141-19-JP/25 identificó la violencia económica y patrimonial como un mecanismo de subordinación que limita el acceso a recursos básicos. La sentencia No. 3107-21-EP/25 estableció la necesidad de jueces especializados en casos de violencia sexual, mientras que la No. 96-21-JP/25 amplió la conceptualización de la violencia obstétrica al incluir la esterilización forzada y la retención hospitalaria arbitraria como manifestaciones agravadas de esta forma de violencia.

Convergencias y tensiones entre evidencia empírica y jurisprudencia

El contraste entre los hallazgos empíricos y los estándares jurídicos evidencia tanto puntos de convergencia como tensiones significativas. En cuanto a las convergencias, ambos niveles coinciden en reconocer la violencia de género como un fenómeno estructural, asociado a desigualdades históricas y a la reproducción de estereotipos de género. Tanto la jurisprudencia interamericana y constitucional como la literatura científica en Ecuador subrayan que no se trata de hechos aislados, sino de prácticas sistemáticas de discriminación que requieren respuestas integrales.

No obstante, se observan tensiones en la relación entre la producción normativa y la realidad social. Mientras que la jurisprudencia ha desarrollado un marco robusto de obligaciones estatales en materia de prevención, sanción y reparación, la evidencia empírica demuestra que la implementación de estas medidas se encuentra limitada por factores culturales como el machismo, la tolerancia social hacia la violencia y la falta de sensibilización institucional (Friederic, 2024; Espinoza-Lastra, 2021). Asimismo, la persistencia de brechas en el acceso a la justicia, especialmente para mujeres indígenas, afroecuatorianas y rurales, refleja que los

estándares jurídicos aún no se traducen en transformaciones efectivas en la vida cotidiana de las mujeres.

4. CONCLUSIONES

El análisis conjunto de la evidencia empírica y de la jurisprudencia interamericana y constitucional permite afirmar que la violencia de género en Ecuador constituye un fenómeno estructural, cuya persistencia trasciende la existencia de marcos normativos avanzados. La revisión sistemática mostró que, pese a la amplitud del marco legal y a la promulgación de políticas públicas, la violencia psicológica, física, sexual, patrimonial y económica mantiene altas prevalencias, asociadas a factores de riesgo como la edad, el nivel educativo, la ruralidad y la pertenencia étnica. La cultura patriarcal y el machismo emergen como barreras estructurales que impiden la reducción efectiva de la violencia, lo que confirma que el problema no se resuelve únicamente con la promulgación de nuevas leyes.

En paralelo, la jurisprudencia interamericana y nacional ha consolidado un marco robusto que reconoce la violencia de género como violación a los derechos humanos, ampliando sus alcances hacia dimensiones como la violencia obstétrica, patrimonial y simbólica. Sin embargo, la brecha entre estos estándares jurídicos y la evidencia empírica demuestra que la efectividad de tales avances se encuentra limitada por la persistencia de patrones culturales, la insuficiencia de mecanismos de reparación y la revictimización institucional.

De esta convergencia y tensión se desprende la necesidad de avanzar hacia una justicia transformadora, capaz de articular el reconocimiento normativo con cambios estructurales en la cultura jurídica, social e institucional. Ello implica no solo fortalecer los mecanismos de prevención, sanción y reparación, sino también desmontar los estereotipos que reproducen la subordinación de las mujeres, garantizando la efectiva implementación de las obligaciones estatales de debida diligencia y no discriminación.

REFERENCIAS

- Álvarez-Velasco, C. y Laufer-Corella, A. (2025). Las otras víctimas del feminicidio: Reparación integral y violencia institucional en Ecuador. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 29(81), 135-155. <https://doi.org/10.17141/iconos.81.2025.6127>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Código Orgánico Integral Penal*. Registro Oficial Suplemento No. 180. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/COIP_act_feb-2021.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Ley Orgánica Integral para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres*. Registro Oficial Suplemento No. 175. https://www.igualdad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/ley_prevenir_y_erradicar_violencia_mujeres.pdf
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2007). *Acceso a la justicia para mujeres víctimas de violencia en las Américas*. <https://www.oas.org/es/cidh/mujeres/docs/pdf/Acceso-a-la-Justicia-ESP.pdf>
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2015). *Estándares jurídicos vinculados a la igualdad de género y a los derechos de las mujeres en el sistema interamericano de derechos humanos: desarrollo y aplicación (Actualización 2011-2014)*. <https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/estandaresjuridicos.pdf>

- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2019). *Violencia y discriminación contra mujeres, niñas y adolescentes*. Organización de los Estados Americanos. <https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/ViolenciaMujeresNNA.pdf>
- Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia No. 904-12-JP/19. Quito: Corte Constitucional del Ecuador. 21 de agosto de 2019. https://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/eyJjYXJwZXRhIjoidHJhbWl0ZTIwMjMlLCJ1dWlkIjoIODcyZDIOWYtMTk1OC00ZjM2LWE4NzktZGQwZjZkYjg4NTQ2LnBkZiJ9
- Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia No. 1141-19-JP/25. Quito: Corte Constitucional del Ecuador. 18 de febrero de 2025. https://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/eyJjYXJwZXRhIjoidHJhbWl0ZSIlnV1aWQiOilxNzA4ZmNiZC0yNWU2LTQxM2MtYTU5MC1hZDc3OGMxOWE1MGEucGRmIn0%3D
- Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia No. 96-21-JP/25. Quito: Corte Constitucional del Ecuador. 22 de mayo de 2025. https://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/e2NhcnBldGE6J3RyYW1pdGUnLCB1dWlkOiYTY4YTU5ZC0wMTgwLTRlMjQ0ODcyMS1hNzg4NjA3NzQ3YWQucGRmJ30%3D
- Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia No. 3107-21-EP/25. Quito: Corte Constitucional del Ecuador. 4 de abril de 2025. <https://www.corteconstitucional.gob.ec/la-importancia-de-la-especializacion-judicial-en-casos-de-violencia-de-genero-y-la-tutela-del-derecho-al-debido-proceso-en-la-garantia-de-juez-componente/>
- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2009). *Caso González y otras ("Campo Algodonero") vs. México (Excepción preliminar, fondo, reparaciones y costas)*, Serie C No. 205. https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_205_esp.pdf
- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2010). *Caso Fernández Ortega y otros vs. México (Excepción preliminar, fondo, reparaciones y costas)*, Serie C No. 215. https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_215_esp.pdf
- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2012). *Caso Atala Riffo y niñas vs. Chile (Fondo, reparaciones y costas)*, Serie C No. 239. https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_239_esp.pdf
- Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2020). *Caso Paola Guzmán Albarracín y otra vs. Ecuador (Fondo, reparaciones y costas)*, Serie C No. 405. https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_405_esp.pdf
- Edeby, A. y San Sebastián, M. (2021). Prevalence and sociogeographical inequalities of violence against women in Ecuador: a cross-sectional study. *International Journal for Equity in Health*, 20(130). <https://doi.org/10.1186/s12939-021-0156-9>
- Espinoza-Lastra, O., Moreira-Rosales, L. y Araujo-Escobar, E. (2021). Gender Violence in the Province of Pastaza. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 301-309. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2314>
- Friederic, K. (2024). From distress to anger to shame: Gender violence, empowerment, and emotional states in Ecuador. *Feminist Anthropology*, 5(1), 81-95. <https://doi.org/10.1002/fea2.12141>
- Guarderas-Albuja, P., Verdú-Delgado, A., Carrión-Berrú, C. y Gordillo-Placencia, L. (2019). La reparación en casos de violencia de género en Ecuador. Apuntes preliminares sobre los desafíos de los centros de atención. *Cuestiones de género: de la igualdad y la diferencia*. 14, 149-167. <http://revistas.unileon.es/index.php/cuestionesdegenero/article/view/5821>
- INEC (2019). *Encuesta Nacional sobre Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las Mujeres - ENVIGMU*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas Sociales/Violencia_de_genero_2019/Principales%20resultados%20E NVIGMU%202019.pdf](https://doi.org/10.22267/rus.202202.189)

- Jaramillo-Bolívar, C. y Canaval-Erazo, G. (2020). Violencia de género: un análisis evolutivo del concepto. *Universidad Y Salud*, 22(2), 178-185. <https://doi.org/10.22267/rus.202202.189>
- Mañas, C., Martínez, M. y Burgueño, F. (2023). Intimate Partner Violence in Vulnerable Contexts: A Case Study. *Societies*, 13(3), artículo 53. <https://doi.org/10.3390/soc13030053>
- Puchaicela-Huaca, C., y Torres-Sánchez, X. (2019). Evolución normativa del derecho de la mujer a una vida libre de violencia en Ecuador. *Boletín Redipe*, 8(8), 127-143. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7528304>
- Reyes-Mendoza, B., Carrión-Berrú, C., Aguirre- Mendoza, J., Alcívar-Mieles, K. y Quizhpe-Oviedo, J. (2023). Etnografía; Graffar y EPVR para determinar la violencia de género en el sur de Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(5), 1049-1065. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1377>
- Vacacela, S. y Mideros, A. (2022) Identificación de los factores de riesgo de violencia de género en el Ecuador como base para una propuesta preventiva. *Desarrollo y Sociedad* 91(2), 111-142. <https://doi.org/10.13043/dys.91.3>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-34>

ANÁLISIS DE PATRONES DIFERENCIADOS DE LA CONDUCTA EMPRENDEDORA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SALVADOREÑOS

Suárez Samayoa, Adriana

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202400886@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8618-5031>

Bazán Castro, Gabriela Michelle

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202401516@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8963-663X>

Rodríguez González, Mónica Lucía

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202401023@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5259-3717>

Palacios Andreu, Carolina

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202400966@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0951-7901>

Gil Olmedo, Rocío Raquel

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202401289@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1423-4656>

Trujillo Valdés, Karla Ivette

Universidad Dr. José Matías Delgado
Antiguo Cuscatlán, El Salvador

202200613@ujmd.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0636-5210>

RESUMEN

La investigación tiene como propósito analizar cómo características particulares se traducen en patrones de conducta orientados al emprendimiento, en función de que los emprendedores poseen cualidades que los identifican. La caracterización de los emprendedores puede analizarse mediante la Teoría de la Conducta Planeada que contempla al individuo, su actitud hacia un comportamiento, el control conductual percibido y las normas sociales. El objetivo fundamental fue la caracterización de los estudiantes universitarios en función de escalas

psicométricas para determinar rasgos que configuran una personalidad emprendedora. Los instrumentos utilizados fueron los de la batería ADN Emprendedor Plus: la Escala de Personalidad Emprendedora y la Escala sobre Conducta Emprendedora, aplicadas a estudiantes de la Universidad Dr. José Matías Delgado en 2022 (muestra de 595 estudiantes) y 2023 (muestra de 1,426 estudiantes). El estudio se basó en un diseño cuantitativo longitudinal de cohorte, en el cual, a partir de las puntuaciones en las subescalas de autorrealización, flexibilidad cognitiva, planeación, liderazgo, actitud, norma subjetiva y control social percibido, se efectuó un análisis por conglomerados bajo el método de Ward. Los resultados demostraron que las características del ADN Emprendedor influyen en la disposición hacia el emprendimiento, mostrando patrones consistentes en dos años de evaluación, con algunos grupos más inclinados y otros menos hacia la conducta emprendedora.

Palabras clave: Conducta, emprendimiento, personalidad emprendedora, rasgos de personalidad.

ABSTRACT

The purpose of this investigation aims to analyse how particular characteristics translate into patterns of behaviour oriented towards entrepreneurship, on the basis that entrepreneurs possess qualities that identify them. It is necessary to determine their characteristics in order to promote strategies that favour their contribution to development. The identification of what characterizes entrepreneurs can be analyzed through the Theory of Planned Behavior, which considers the individual, his attitude towards a behavior, perceived behavioral control and social norms. The fundamental objective was the construction, validation and standardization of psychometric scales to determine traits that shape an entrepreneurial personality. The instruments used were those of the DNA Entrepreneur Plus battery: the Entrepreneurial Personality Scale and the Entrepreneurship Behavior Scale, applied to students from Dr. José Matías Delgado University in 2022 (sample of 595 students) and 2023 (sample of 1,426 students). The study was based on a longitudinal quantitative cohort design, in which, from scores on the sub-scales of self-realization, cognitive flexibility, planning, leadership, attitude, subjective norm and perceived social control, a cluster analysis was carried out under the Ward method. The results showed that the characteristics of the Entrepreneur DNA influence the disposition towards entrepreneurship, showing patterns consistent in two years of evaluation, with some groups more inclined and others less toward entrepreneurial behavior.

Keywords: Behaviour, Entrepreneurial personality, Entrepreneurship, Personality traits.

1. INTRODUCCIÓN

La conducta emprendedora está caracterizada por cualidades particulares que se traducen a conductas específicas y que distinguen a los emprendedores del resto de individuos. La presente investigación busca explorar estos patrones diferenciados de conducta emprendedora en estudiantes universitarios salvadoreños, con el objetivo de mejorar el entendimiento en el abordaje del emprendimiento mediante la construcción y el uso de escalas psicométricas. Así pues, este estudio busca aportar evidencia sobre cómo características específicas definen el perfil emprendedor, tomando también en consideración otros factores influyentes que resaltan la importancia de la diversidad al hablar de emprendedores, como lo sostiene la Teoría de la Conducta Planeada, propuesta por Iceck Ajzen. Esta contempla no sólo al individuo, sino también la actitud hacia un determinado comportamiento, el control conductual percibido y las normas sociales. A continuación, se indagarán diferentes rasgos de personalidad y su influencia en la actitud hacia el emprendimiento y la acción emprendedora.

2. MARCO CONCEPTUAL

El emprendimiento es un proceso de identificación de posibles oportunidades empresariales y su explotación mediante la recombinación de diferentes recursos existentes o la creación de nuevos para desarrollar y comercializar nuevos productos y servicios (Elia et al., 2020). Es el procedimiento mediante el cual se reconocen oportunidades, basado en la capacidad del emprendedor para observar factores de su entorno, como riesgo o ganancia. La realización de nuevas combinaciones llamamos 'empresa'; las personas cuya función es realizarlas llamamos 'empresarios' (Schumpeter, 1943). De esta forma, el emprendimiento permite la creación de empresas, innovaciones en productos y servicios como resultado de la generación de ideas, conocimientos y propuestas (Ninalaya et al., 2023). Es decir, los emprendedores son individuos innovadores que no solo generan ideas nuevas, sino que también las ejecutan. Ocampo y López (2020) establecen que las habilidades de emprendimiento están referidas a cualidades individuales. Así pues, los emprendedores poseen ciertas cualidades que los distinguen del resto de individuos.

Particularmente, la personalidad es una organización relativamente estable de características estructurales y funcionales, innatas y adquiridas bajo las especiales condiciones de su desarrollo (Bermúdez, 1996). De este modo, las diversas condiciones individuales forjan personalidades determinadas, con rasgos orientados a diferentes áreas. Es de gran importancia reconocer el papel que juegan los rasgos dentro del perfil emprendedor, pues si los emprendedores son elementos clave para el desarrollo económico, es necesario tomar en cuenta cómo identificarlos (Alfaro Sifontes, 2017; Sánchez, 2010). No basta reconocer la importancia que el emprendedor le dará a la economía, sino que es necesario identificar sus características para impulsar estrategias que favorezcan su aporte al desarrollo.

Además de las características de personalidad que diferencian a los emprendedores, existen dos motivaciones individuales que impulsan a emprender: la necesidad, vinculada a la subsistencia y al interés económico (Acs, 2007), y la oportunidad, que surge del deseo de desarrollar una idea innovadora bajo planificación (Figueroa-Armijos & Johnson, 2013). Estas motivaciones son relevantes porque permiten comprender mejor lo que impulsa al emprendedor. Otro aspecto clave son las actitudes, definidas como la evaluación favorable o desfavorable de un comportamiento (Ajzen, 1991). En el caso del emprendimiento, estas incluyen creencias sobre iniciar un negocio y la valoración de ejecutar tales conductas (Ruiz et al., 2014). Así, la intención emprendedora depende de percepciones individuales sobre el emprendimiento y las propias capacidades. Diversos modelos la relacionan con variables personales y contextuales (Contreras Torres et al., 2017). Entre ellos destaca la Teoría de la Conducta Planeada (Ajzen, 1991).

La Teoría de la Conducta Planeada no solo contempla al individuo sino también la actitud hacia un determinado comportamiento, el control conductual percibido y las normas sociales que dan forma a la percepción de dicha conducta (Ajzen 1987, 2011). Estos tres factores, influyen en las intenciones empresariales, las cuales también dependen de la percepción que la persona tiene de sí misma y de sus condiciones actuales. La conducta, la cognición y otros factores personales, así como las influencias ambientales, operan como determinantes que interactúan e influyen entre sí de manera bidireccional (Bandura, 1986). Mediante la Teoría de la Conducta Planeada es posible analizar el dinamismo de la conducta humana y cómo esta depende de diferentes factores y características personales y ambientales, al igual que la influencia de estos factores en la intención de emprender.

Dentro de esta investigación se tomaron en cuenta las siguientes cualidades que distinguen a los emprendedores: la autorrealización, flexibilidad cognitiva, planeación, liderazgo, actitud,

norma subjetiva y control social percibido. Si el individuo reúne estas cualidades será capaz de afrontar las exigencias ambientales en el proceso de trasladar la idea a acciones concretas (Alfaro Sifontes et al., 2017). Tomando esto en consideración, en 2015 se crearon tres herramientas de medición las cuales fueron empleadas para el realizamiento de la presente investigación. Se trata de tres escalas orientadas a dos dimensiones, los rasgos de personalidad y el entorno. Estas incluyen: la Escala de Personalidad Emprendedora (EPE) y la Escala sobre Conducta Emprendedora (ESCE).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se basó en un diseño de investigación cuantitativo longitudinal de cohorte enfocado en la construcción, validación y estandarización de escalas psicométricas para la determinación de rasgos que determinan una personalidad emprendedora. Particularmente, el alcance fue descriptivo, con el propósito principal de obtener una noción detallada de la dimensión psicosocial de la población estudiada.

Muestra y población

La población estuvo conformada por estudiantes activos de la Universidad Dr. José Matías Delgado (UJMD) y seleccionada mediante un muestreo por conveniencia a través del Centro de Emprendimiento “C- emprende”. Para 2022, se contó con la participación de “595” estudiantes y para 2023 fueron “1426” estudiantes.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron los que integran la batería ADN Emprendedor Plus: la Escala de Personalidad Emprendedora (EPE) y la Escala sobre Conducta Emprendedora (ESCE). Estas escalas fueron compuestas por ítems tipo Likert de cuatro opciones y diferenciales semánticos. La validación de datos incluyó análisis psicométricos de confiabilidad y validez, así como la estandarización de puntajes a través de baremos generados en 2018 (n=1,194) y actualizados en 2022 (n=1,181). A partir de las puntuaciones de las distintas subescalas, se efectuó un análisis por conglomerados bajo el método de Ward.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

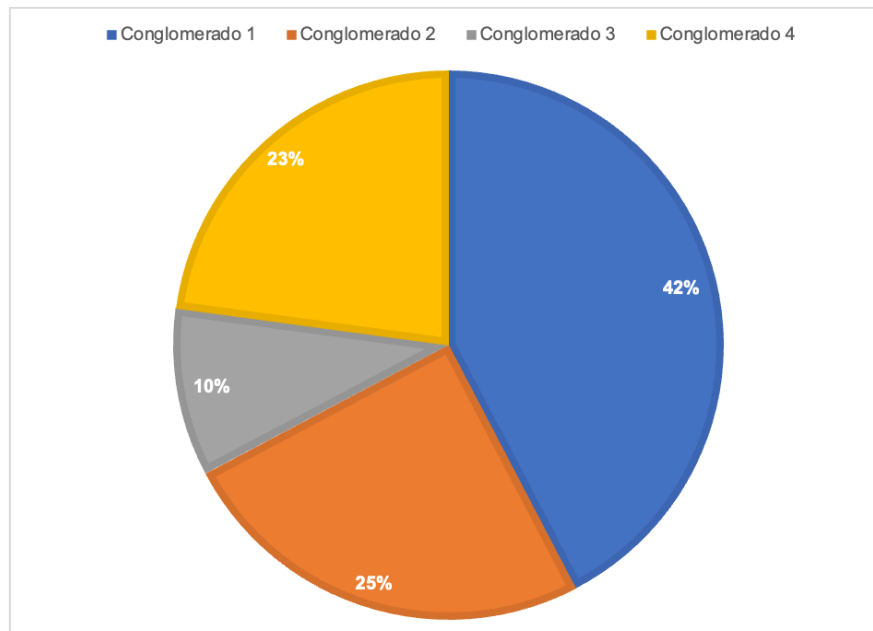
Identificar las características que conforman el ADN Emprendedor resulta ser de gran interés para tener un mejor entendimiento de los factores que influyen en la actitud y las habilidades emprendedoras de los individuos.

A partir del análisis por conglomerados, los participantes evaluados fueron agrupados en cuatro diferentes conglomerados diferenciados por sus puntuaciones en base a las siete subescalas predeterminadas: autorrealización, flexibilidad cognitiva, planeación, liderazgo, actitud, norma subjetiva y control social percibido. Cada una de estas características están asociadas a la disposición y habilidad hacia el emprendimiento. Se llevaron a cabo dos diferentes aplicaciones, una en el año 2022 y la siguiente en el año 2023.

Al respecto, en 2022, se evidenció la existencia de 4 conglomerados (ver Figura 1), siendo mayores los conglomerados 1 (C1) y 2 (C2).

Figura 1

Frecuencia de participantes en la encuesta del año 2022



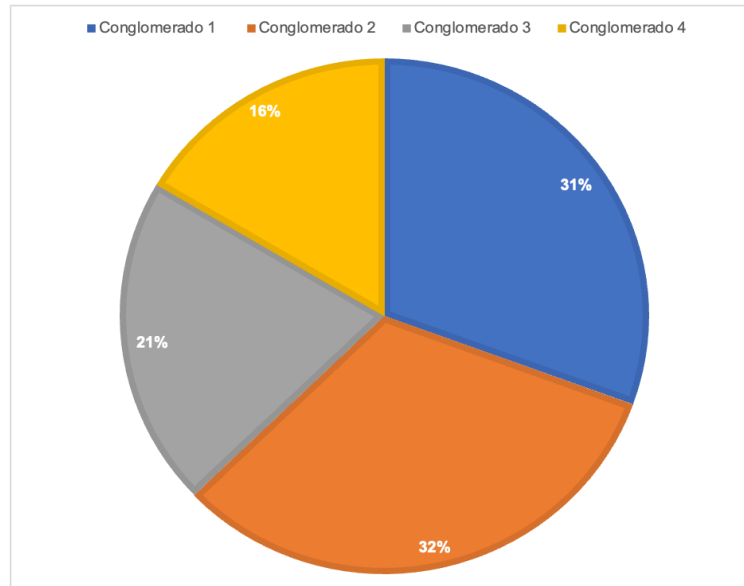
En los datos recopilados en el año 2022 el C4 demostró una mayor identificación con las características relacionadas a la disposición emprendedora según la media obtenida (autorrealización $\bar{x} = 28$; flexibilidad cognitiva $\bar{x} = 22$; planeación $\bar{x} = 17$; liderazgo $\bar{x} = 24$; actitud $\bar{x} = 36$; norma subjetiva $\bar{x} = 22$; control social percibido $\bar{x} = 36$). Esto sugiere que los participantes del C4 muestran una alta inclinación hacia las características determinantes del ADN Emprendedor.

El C3 demostró los niveles más bajos de identificación con las características particulares a las subescalas (autorrealización $\bar{x} = 21$; flexibilidad cognitiva $\bar{x} = 18$; planeación $\bar{x} = 13$; liderazgo $\bar{x} = 19$; actitud $\bar{x} = 27$; norma subjetiva $\bar{x} = 15$; control social percibido $\bar{x} = 27$). Contrastando con los resultados del C4, el C3 muestra menos disposición hacia la conducta emprendedora, señalando como la diferencia entre los niveles influye en la actitud hacia el emprendimiento.

En 2023, se evidenció nuevamente la existencia de 4 conglomerados (ver Figura 2), siendo mayores los conglomerados 1 (C1) y 2 (C2).

Figura 2

Frecuencia de participantes en la encuesta del año 2023



Con respecto a los datos recopilados en el 2023, el C2 demostró la mayor identificación con las características señaladas (autorrealización $\bar{x} = 26$; flexibilidad cognitiva $\bar{x} = 21$; planeación $\bar{x} = 17$; liderazgo $\bar{x} = 24$; actitud $\bar{x} = 36$; norma subjetiva $\bar{x} = 22$; control social percibido $\bar{x} = 34$). El nivel alto de identificación muestra la relación existente entre los niveles altos del C2 y la conducta emprendedora.

Mientras que, el C1 demostró la menor identificación con dichas características (autorrealización $\bar{x} = 23$; flexibilidad cognitiva $\bar{x} = 18$; planeación $\bar{x} = 14$; liderazgo $\bar{x} = 20$; actitud $\bar{x} = 28$; norma subjetiva $\bar{x} = 17$; control social percibido $\bar{x} = 27$). Así pues, los sujetos del C1 señalan una menor inclinación y relación hacia la actitud emprendedora.

Las aplicaciones de ambos años mostraron puntajes similares señalando patrones consistentes en el abordaje del emprendimiento con cada uno de los grupos.

5. CONCLUSIONES

El estudio evidenció que lo que se denomina "ADN emprendedor", es decir, un conjunto de rasgos personales como la satisfacción, la adaptabilidad, la organización, el liderazgo, el carácter, la percepción de los demás y el control social, constituye una base esencial en la formación de futuros emprendedores. Los análisis realizados en 2022 y 2023 mostraron la existencia de distintos perfiles con inclinación hacia el emprendimiento, lo que resalta la diversidad entre los estudiantes universitarios participantes. Los resultados se mantuvieron consistentes en ambos periodos, respaldando la solidez de la metodología utilizada y su utilidad para identificar patrones claros en la intención emprendedora.

En síntesis, comprender y evaluar estas cualidades emprendedoras no sólo permite reconocer qué motiva a los estudiantes, sino que también resulta fundamental para diseñar programas universitarios que fortalezcan sus capacidades. A largo plazo, esto les brinda la oportunidad de aportar de manera significativa al desarrollo económico y social.

REFERENCIAS

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior And Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-t](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-t)
- Ajzen, I. (2011). The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychology And Health*, 26(9), 1113-1127. <https://doi.org/10.1080/08870446.2011.613995>
- Ajzen, I. (2012). The Theory of Planned Behavior. En *SAGE Publications Ltd eBooks* (pp. 438-459). <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n22>
- Alfaro Sifontes, M. (2017). *El mosaico del emprendimiento: Una mirada sistémica al emprendimiento* (1.ª ed.). Editorial Delgado.
- Balgiu, B. A., & Simionescu-Panait, A. (2024). Entrepreneurial Intention in Romanian Engineering Students: Expanding the Theory of Planned Behavior. *Administrative Sciences*, 14(11), 275. <https://doi.org/10.3390/admsci14110275>
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychologist*, 44(9), 1175-1184. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.44.9.1175>
- Blanco-Mesa, F., Niño-Amézquita, D. & Gutiérrez-Ayala, J. (2023). Entrepreneurial intention among Colombian university students: A theory of planned behavior analysis in Colombia. *Cuadernos de Gestión*, 24(2), 83-94. <https://doi.org/10.5295/cdg.221858fb>
- Casallo, M. N., Rivera, H. V. H., Huaranga, A. & Enrique, Y. (2023). Pensamiento estratégico y habilidades de emprendimiento en estudiante universitarios - Perú. *Zenodo (CERN European Organization For Nuclear Research)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7645183>
- Elia, G., Margherita, A., & Passiante, G. (2020). Digital entrepreneurship ecosystem: How digital technologies and collective intelligence are reshaping the entrepreneurial process. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119791. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119791>
- Sanabria, C. & Espitia, Y. (2020). Habilidades emprendedoras: importancia, evolución y sub temas emergentes. Una revisión de literatura. *Económicas CUC*, 42(1), 189-207. <https://doi.org/10.17981/econcuc.42.1.2021.org.4>
- Schumpeter, J. A. (1997). *Teoría del desenvolvimiento económico* (2.ª ed.; J. Requeijo, Trad.). Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1911).
- Tarapuez, E., Guzmán, B. & Parra, R. (2018). Factores que determinan la intención emprendedora en América Latina. *Suma de Negocios*, 9(19), 56-67. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2018.v9.n19.a7>
- Torres, F., Méndez, J., Barreto, K., Chavarría, A., Machuca, K. & Guerrero, J. (2017). Intención de emprendimiento en estudiantes de cinco países latinoamericanos y su relación con liderazgo, propensión al riesgo y locus de control,. *International Journal Of Psychological Research*, 10(2), 46-59. <https://doi.org/10.21500/20112084.2794>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-35>

CONVERGENCIA DIGITAL SOSTENIBLE. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN EN CADENAS DE SUMINISTRO AGRÍCOLAS: RUTAS HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LATINOAMÉRICA

Suescum Coelho, Car-Emyr

Universidad Metropolitana
Caracas, Venezuela
csuescum@unimet.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1104-7800>

Suescum Coelho, Carluys

Universidad Latinoamericana y del Caribe
Caracas, Venezuela
carluyscoelho@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2044-7684>

Suescum Coelho, Carlysmar

Centro de Estudios Gerenciales Avanzados
Caracas, Venezuela
carlysmarcoelho.cega@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5959-4380>

Suescum Coelho, Carelys

Centro de Estudios Gerenciales Avanzados
Caracas, Venezuela
carelyiscoelho.cega@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1922-8165>

Coelho Freitas, Carmen María

Centro de Estudios Gerenciales Avanzados
Caracas, Venezuela
carmencoelho.cega@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1599-6266>

RESUMEN

En Latinoamérica las cadenas de suministro agrícolas se encuentran ante el gran desafío que representa el evolucionar hacia modelos de negocios que sean mucho más sostenibles, eficientes y transparentes. La convergencia digital entre tecnologías innovadoramente disruptivas como la inteligencia artificial (IA) y blockchain se vislumbran como un eje estratégico para impulsar esa transición hacia la economía circular. Esta investigación documental y cualitativa, se basó en la revisión crítica de la literatura académica más reciente presente en bases de datos académicas de alto impacto(2023–2025). Los hallazgos encontrados demuestran que la IA aportan valor en la predicción de los rendimientos de las cosechas, la gestión logística y la reducción de pérdidas postcosecha mediante el empleo algoritmos y análisis de datos en

tiempo real, mientras que blockchain por su parte garantiza trazabilidad, transparencia y consolidación de la confianza inter-actor, al registrar de forma inmutable cada etapa de la cadena productiva. La integración refuerza la eficiencia operativa habilitando la implementación de prácticas circulares como la logística inversa de envases o la redistribución de excedentes alimentarios, reduciendo progresivamente los residuos generados en pro de la sostenibilidad. Se concluye que la sinergia IA-blockchain es un catalizador de cambios positivos para la generación de cadenas agroalimentarias más resilientes, competitivas y alineadas con los ODS, sin embargo, aún persisten ciertos desafíos asociados a la inversión en infraestructura digital, interoperabilidad y capacitación, los cuales ameritan ser atendidos para una adopción efectiva en Latinoamérica.

Palabras clave: blockchain, cadena de suministro agrícola, economía circular, inteligencia artificial, sostenibilidad.

ABSTRACT

In Latin America, agricultural supply chains face the significant challenge of evolving toward business models that are much more sustainable, efficient, and transparent. The digital convergence between innovatively disruptive technologies such as artificial intelligence (AI) and blockchain is seen as a strategic pillar to drive this transition toward a circular economy. This qualitative documentary research was based on a critical review of the most recent academic literature available in high-impact academic databases (2023–2025). The findings demonstrate that AI adds value in predicting crop yields, managing logistics, and reducing post-harvest losses using algorithms and real-time data analysis. Blockchain ensures traceability, transparency, and strengthens inter-stakeholder trust by immutably recording each stage of the production chain. The integration reinforces operational efficiency by enabling the implementation of circular practices such as reverse packaging logistics or the redistribution of surplus food, progressively reducing waste generated in favor of sustainability. It is concluded that the AI-blockchain synergy is a catalyst for positive change for the generation of more resilient, competitive, and SDG-aligned agri-food chains. However, certain challenges associated with investment in digital infrastructure, interoperability, and training remain, which merit addressing for effective adoption in Latin America.

Keywords: agricultural supply chain, artificial intelligence, blockchain, circular economy, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

Las cadenas de suministro agrícola enfrentan retos de sostenibilidad, eficiencia y transparencia; problemas como la pérdida de alimentos, la dificultad para rastrear el origen de los productos, desperdicio de recursos y falta de confianza entre actores son comunes en los sistemas agroalimentarios. Aquí el enfoque de economía circular contribuye a la sostenibilidad al minimizar residuos, manteniendo los recursos en uso mediante la reutilización, reciclaje y reducción de desperdicios en el ciclo productivo.

Las tecnologías digitales han surgido como herramientas para transformar las cadenas agroalimentarias hacia mayores niveles de sostenibilidad. Entre ellas la inteligencia artificial (IA) y Blockchain, cuya aplicación conjunta es novedosamente prometedora en este sector (Pakseresht et al., 2023). Para Hong & Xiao (2024) la IA ofrece capacidades de análisis predictivo y automatización de decisiones en etapas como la producción (pronóstico de rendimientos y detección de plagas) y la logística (optimización de rutas, consumo energético y gestión de inventarios), contribuyendo en la eficiencia y reducción de desperdicios (Assimakopoulos et al., 2024).

Blockchain por su parte provee un sistema de registro distribuido e inmutable que asegura la trazabilidad, transparencia e incremento de la confianza entre productores, distribuidores y consumidores (Ordoñez et al., 2024; Kashyap et al., 2025). Pero es a partir de la combinación

de ambas tecnologías que surge el potencial de impulsar modelos de negocio circulares en la agricultura al facilitar el intercambio seguro de datos y la coordinación inteligente de la cadena para reducir el impacto ambiental (Agrawal et al., 2025). La investigación identificará cómo la integración IA - Blockchain puede mejorar la gestión de la cadena de suministro agrícola bajo un enfoque de economía circular en Latinoamérica, esperando que la sinergia aumente exponencialmente la eficiencia y trazabilidad, disminuyendo pérdidas y facilitando prácticas circulares en la cadena.

2. MARCO CONCEPTUAL

La economía circular en la agricultura busca cerrar los ciclos de materiales y energía, minimizando residuos al reintroducir subproductos en la cadena productiva, no en vano, uno de los problemas críticos en las cadenas agroalimentarias latinoamericanas es el alto nivel de pérdidas y desperdicios a lo largo de la postcosecha, procesamiento y distribución. Buena parte de la producción nunca llega a consumirse, generando ineficiencias económicas y daños ambientales (Pakseresht et al., 2023). Con esta realidad, la adopción de tecnologías emergentes permitirá transitar de la linealidad, hacia cadenas de suministro circulares.

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado que puede aportar mejoras en la productividad y el uso eficiente de recursos en la cadena agrícola, valiéndose de técnicas de aprendizaje automático y análisis de datos masivos para la planificación de los cultivos, manejo de insumos y logística de distribución (Ali et al., 2024). Algoritmos de IA se han utilizado para predecir rendimientos de cultivos, detectar enfermedades tempranamente y optimizar rutas de transporte, reduciendo mermas y costos al alinear la oferta con la demanda (Elbasi, 2023). Para Banerjee et al., (2024) la IA aplicada en agricultura reduce las pérdidas postcosecha y mejora la eficiencia global de la cadena de valor al automatizar procesos y toma de decisiones con datos en tiempo real.

Blockchain mejora la trazabilidad, transparencia y confianza en las cadenas de suministro agroalimentarias (Ordoñez et al., 2024), pues al funcionar como un libro mayor distribuido donde cada transacción o evento (siembra, cosecha, empaque o transporte) queda registrado de forma inmutable y verificable por todos los participantes autorizados (Kashyap et al., 2025), permite construir un historial completo pormenorizado de cada producto desde su origen hasta su llegada al consumidor, garantizando que la información sobre calidad, certificaciones y manejo jamás sea alterada.

La robustez de la trazabilidad habilita prácticas de economía circular como la separación y reciclaje de empaques mediante sistemas de devolución de envases vacíos, vinculando cada envase a un registro único en blockchain (Santos et al., 2024). Además tiene el potencial de reducir las pérdidas de alimentos al mejorar la coordinación, eliminando asimetrías de información entre actores e incrementando la confianza del consumidor en productos sostenibles (Ahmad et al., 2024).

La integración IA-blockchain promete maximizar los beneficios individuales en pro de la sostenibilidad; por un lado la IA puede analizar los datos compartidos en tiempo real a través de blockchain para optimizar las operaciones (ajustes según registros de inventario y calidad almacenados en la cadena), por otro, la confianza y seguridad que brinda blockchain en la calidad de los datos alimenta a los algoritmos de IA con información fidedigna y oportuna, mejorando sus recomendaciones. Charles et al. (2023) destacan que la convergencia de IA con blockchain abre nuevas oportunidades de trazabilidad, seguridad y eficiencia en la gestión de la demanda y la logística. La aplicación conjunta en las cadenas agrícolas impulsará una transición hacia sistemas más circulares al mejorar la eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad, más allá de los desafíos técnicos u organizacionales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque de investigación documental con diseño cualitativo de alcance exploratorio y descriptivo. Para ello se llevó a cabo una revisión de literatura reciente en bases de datos académicas como: Scopus, WoS, IEEE Xplore, Springer, sobre la integración de IA y blockchain en cadenas de suministro agrícolas, haciendo énfasis en los estudios publicados entre los años 2023 y 2025.

En la búsqueda se utilizaron palabras clave como: inteligencia artificial, blockchain, cadena de suministro agrícola, economía circular y sostenibilidad en los idiomas español, y sus equivalentes en portugués e inglés, seleccionando fuentes que abordaran aplicaciones concretas o evaluaciones de estas tecnologías en contextos agroalimentarios, priorizando las publicaciones de artículos en revistas arbitradas y congresos de alto impacto. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo y síntesis de los hallazgos, identificando primeramente las coincidencias y seguidamente las divergencias entre estudios. Es menester acotar que al no trabajar con datos primarios de campo, no se aplicaron instrumentos estadísticos; sin embargo, la triangulación de múltiples fuentes permitió fundamentar las conclusiones de una manera robusta mitigando sesgos en la interpretación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de blockchain incrementa significativamente la confianza y trazabilidad (de la granja o el campo a la mesa) al registrar cada eslabón del proceso productivo en una red inmutable. Esto se traduce en mayor transparencia y confianza entre los actores al verificar el origen y las condiciones de producción de una manera transparente, reduciendo fraudes y mejorando la eficiencia administrativa; datos trazables que permitirán monitorear condiciones de calidad en tiempo real, alertando sobre desviaciones y garantizando la calidad hasta el destino final.

Una sinergia clave identificada en la revisión fue la capacidad de estas tecnologías en la reducción de pérdidas postcosecha y desperdicios, la IA aporta modelos predictivos que ajustan la oferta a la demanda y optimizan la logística evitando excedentes no comercializados. A su vez, la información plasmada en blockchain facilita una reacción más rápida ante excedentes o riesgos, tal como ocurriría con lotes de alimentos próximos a expirar (Kashyap et al., 2025). La combinación de IA para pronósticos y optimización con blockchain para trazabilidad puede reducir la merma de alimentos al mejorar la visibilidad del flujo de productos y habilitar decisiones informadas para su redistribución o procesamiento alternativo (Treiblmaier & Garaus, 2023).

Un caso destacado de circularidad es el uso blockchain en esquemas de logística inversa, Santos et al. (2024) presentan un modelo donde cada envase de agroquímico se registra en una cadena de bloques, de modo que tras su uso puede ser rastreado y retirado para ser sometidos a un reciclaje seguro, solución que asegura que esos materiales potencialmente contaminantes reingresen al ciclo productivo en lugar de desecharse inapropiadamente.

El dueto IA - blockchain conlleva mejoras en eficiencia operativa, reducción de costos y eliminación de intermediaciones innecesarias. La automatización de pagos con contratos inteligentes reduce costos administrativos y tiempos de transacción, mientras que los algoritmos de IA optimizan el uso de recursos (energía, transporte), disminuyendo los costos logísticos (Hong & Xiao., 2024), se ha observado, además, una reducción de la huella ambiental, haciendo a las cadenas de suministro más ágiles, resilientes y sustentables.

Del mismo modo, existen desafíos que parten de la brecha digital en zonas rurales, la falta de estándares de interoperabilidad y la necesidad de capacitación, las cuales en conjunto se perfilan como obstáculos para escalar estas soluciones, por ello será indispensable promover una gobernanza colaborativa que involucre a todos los stakeholders a fin de maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de la transformación digital agroalimentaria

Los resultados respaldan la idea de que la integración IA - Blockchain puede transformar positivamente la gestión de la cadena de suministro agrícola al mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad, hallazgo que se alinea con la tendencia global hacia la agricultura inteligente y sostenible, indicando que las inversiones en digitalización, al realizarse con visión integradora y

centrada en principios de economía circular, tienen el potencial de crear cadenas más competitivas y respetuosas con el medio ambiente.

5. CONCLUSIONES

La integración IA - Blockchain mejora la gestión de la cadena de suministro agrícola y contribuye a la transición hacia un modelo de economía circular, pero de manera particular incrementa la eficiencia operativa, optimiza procesos, reduce costos y tiempo, a la vez que fortalece la trazabilidad y transparencia, minimizando pérdidas de alimentos y residuos. Estas mejoras permiten implementar prácticas circulares como la reutilización de materiales y la disminución del desperdicio, alineando la producción agroalimentaria con objetivos de sostenibilidad ambiental, social y económica. La combinación de tecnologías permite que la IA se nutra de datos trazables de blockchain y que blockchain aproveche la IA para optimizar decisiones sentando las bases de una agricultura inteligente, circular, resiliente y competitiva.

La escalabilidad de estos beneficios para Latinoamérica necesita superar desafíos que parten del mejoramiento de la infraestructura digital en zonas rurales, de los estándares de interoperabilidad y de capacitar a los agricultores. La integración se perfila como un catalizador clave evolutivo hacia cadenas de suministro agrícolas más sostenibles, transparentes y eficientes, en plena concordancia con los principios de la economía circular y agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Agrawal, K., Goktas, P., Holtkemper, M., Beecks, C., & Kumar, N. (2025). AI-driven transformation in food manufacturing: a pathway to sustainable efficiency and quality assurance. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1553942>
- Ali, Z., Zain, M., Pathan, M. & Mooney, P. (2024). Contributions of artificial intelligence for circular economy transition leading toward sustainability: an explorative study in agriculture and food industries of Pakistan. *Environment Development Sustainability* 26. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03458-9>
- Ahmad, A, Ordoñez, J, Alexopoulos, A, Koutras, K, Kalogeras, A, Stefanidis, K, Cartujo, P, García, L, & Martos, V (2024). Agricultura 4.0: Integrando Blockchain para una Producción Más Eficiente y Sostenible. *REIDOCREA*, 13(15), 206-212. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/90630/13-15.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaritis, D., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2024). Artificial intelligence tools for the agriculture value chain: status and prospects. *Electronics*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/electronics13224362>
- Charles, V., Emrouznejad, A., & Gherman, T. (2023). A critical analysis of the integration of blockchain and artificial intelligence for supply chain. *Annals of Operations Research*, 327(1), 7–47. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05169-w>
- Elbasi, E., Zaki, C., Topcu, A., Abdelbaki, W., Zreikat, A., Cina, E., Shdefat, A., & Saker, L. (2023). Crop Prediction Model Using Machine Learning Algorithms. *Applied Sciences*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/app13169288>
- Hong, Z., & Xiao, K. (2024). Digital economy structuring for sustainable development: the role of blockchain and artificial intelligence in improving supply chain and reducing negative environmental impacts. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53760-3>
- Kashyap, A., Shukla, O., Soni, G., & Ramtiyal, B. (2025). Blockchain-driven circular economy practices in perishable supply chain for mitigating food loss and waste. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 1–27. <https://doi.org/10.1007/s11518-025-5657-9>
- Ordoñez, C., Ramírez, G., & Corrales, J. (2024). Blockchain and agricultural sustainability in South America: a systematic review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1347116>

- Pakseresht, A., Yavari, A., Ahmadi, S., & Hakelius, K. (2023). The intersection of blockchain technology and circular economy in the agri-food sector. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 260–274. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.002>
- Santos, R., Teles, E., & Freires, F. (2024). Applying the circular economy framework to blockchain agricultural production. *Sustainability*, 16(18). <https://doi.org/10.3390/su16188004>
- Treiblmaier, H., & Garaus, M. (2023). Using blockchain to signal quality in the food supply chain: The impact on consumer purchase intentions and the moderating effect of brand familiarity. *International Journal of Information Management*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102514>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-36>

MODELOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Aguilar-Aguilar, Leslie Soraya

Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Tegucigalpa, Honduras

leslie.aguilar@unah.edu.hn

<https://orcid.org/0000-0003-1964-7149>

RESUMEN

La responsabilidad social es una herramienta de dirección estratégica que potencia la creación de valor y la contribución de las organizaciones al desarrollo sostenible. El objetivo de esta investigación consistió en describir dos modelos de evaluación de responsabilidad social utilizados en instituciones de educación superior (IES) de Latinoamérica. El estudio es de tipo documental, con alcance descriptivo y diseño cualitativo. Los resultados revelaron que el modelo de la Unión de Responsabilidad Social Universitaria Latinoamericana (URSULA) tiene 4 dimensiones: gestión organizacional, formación, cognición y participación social. Además, el modelo de la Red de Homólogos de Responsabilidad Social Universitaria de la Asociación de Universidades Jesuitas de Latinoamérica (AUSJAL) se estructura en cinco dimensiones: impacto educativo, impacto cognoscitivo y epistemológico, impacto social, impacto organizacional e impacto ambiental. Se concluye que los dos modelos son herramientas de autodiagnóstico, que orientan la implementación de la responsabilidad social desde la perspectiva de la gestión de los impactos de las IES mediante la docencia, la investigación, la vinculación y la gestión académica-administrativa.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Enseñanza Superior, Grupo de interés, Organización

ABSTRACT

Social responsibility is a strategic management tool that enhances value creation and organizations' contributions to sustainable development. The research aim was to describe two models of social responsibility evaluation used in higher education institutions (HEIs) in Latin America. The study is of a documentary type, with a descriptive scope and qualitative design. The results revealed that the model of Union of Latin American University Social Responsibility (URSULA) has four dimensions: organizational management, training, cognition, and social participation. Additionally, the model of the Network of Peers for University Social Responsibility of the Association of Jesuit Universities of Latin America (AUSJAL) is structured in five dimensions: educational impact, cognitive and epistemological impact, social impact, organizational impact, and environmental impact. It is concluded that both models are self-diagnostic tools that guide the implementation of social responsibility from the perspective of managing the impacts of higher education institutions (HEIs) through teaching, research, community engagement, and academic-administrative management.

Keywords: Sustainable Development, Higher Education, Stakeholder Group, Organization

1. INTRODUCCIÓN

Para Acquier et al. (2011), los postulados de la Responsabilidad Social (RS) tienen origen en el campo empresarial. Tienen como referente los estudios de Howard Bowen, cuya perspectiva teórica se basó en la economía institucional, que hace énfasis en la importancia del comportamiento ético en los negocios. También se enfocan en la economía del bienestar, que aborda las externalidades negativas y positivas que producen las organizaciones.

Bowen define la RS como “el deber de los empresarios de planificar y desarrollar acciones en coherencia con los ideales e intereses de los integrantes de la sociedad” (Acquier et al., 2011). Según Vallaey & Álvarez Rodríguez (2019), los inicios de la RS en el campo de la educación superior en Latinoamérica se remontan al año 2000 y tienen como antecedente los aportes conceptuales e instrumentales de la Red chilena Universidad Construye País y de la Red Latinoamericana de Universidades. Luego, en 2006, se incorpora la Asociación de Universidades Confiadas a la Compañía de Jesús de América Latina (AUSJAL) (Vallaey & Álvarez Rodríguez, 2019). En 2016 surge la Unión de Responsabilidad Social Universitaria Latinoamericana (URSULA) (Vallaey, 2021).

Según lo expresa Ramírez Huerta et al. (2022), la universidad como organización social interactúa con grupos de interés, generando impactos desde sus actividades académicas y administrativas. Así, para que las universidades contribuyan al desarrollo sostenible, es necesario manejar los impactos a través de la Responsabilidad Social (RS) como una herramienta de dirección estratégica (Ramírez Huerta et al., 2022). Para esto, es esencial aplicar guías y modelos que ayuden en su seguimiento y evaluación.

En este sentido, como indica Vallaey (2021), la responsabilidad social, al igual que la calidad, son procesos transversales a las actividades institucionales. No obstante, existen varios estudios que demuestran que la RS aún no se visibiliza en las acciones de las IES. Al respecto, Vallaey (2018) advierte que en el ámbito de la educación superior existen sesgos ideológicos o interpretaciones erróneas que conducen a una visión reduccionista de la RS.

De esta manera, existe el desafío de que la RS sea gestionada como un medio para el cumplimiento de la misión de las IES, siendo necesario transversalizarla en los procesos relacionados con las funciones esenciales de docencia, investigación y vinculación universidad-sociedad; y en los procesos de gestión académica y administrativa (Vallaey, 2018; Madzik et al., 2018). Según Álvarez Morales & De la Fuente-Anuncibay (2022), entre los modelos de evaluación de RS aplicables en IES en América Latina se encuentra la guía ISO 26000, que es de carácter genérico para todo tipo de organizaciones, y los manuales diseñados por AUSJAL y URSULA, que se han diseñado especialmente para IES.

Por ello, el objetivo de esta investigación es describir los dos modelos de RS diseñados específicamente para las IES.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de tipo documental, con diseño cualitativo y un alcance descriptivo. Como indica Bernal (2016), el propósito del enfoque cualitativo consiste en describir una situación o el sujeto tomando como base sus características determinantes. Además, los estudios descriptivos evidencian las propiedades, elementos y estructura de un objeto de estudio, por lo que permiten visualizar de manera sencilla los aspectos operativos de un sistema concreto y abstracto (Bernal, 2016).

En esta investigación, las unidades de análisis están constituidas por los manuales diseñados por AUSJAL y por URSULA. En este sentido, se realizó una revisión de los dos modelos, identificando los elementos básicos de su estructura, y los mecanismos para su aplicación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Modelo de cuatro impactos de la Unión de Responsabilidad Social Universitaria Latinoamericana URSULA.

Según Vallaes (2021), la gestión de la universidad debe ser vigilada y evaluada en función de cuatro impactos: "1. Los impactos de gestión, 2. Los impactos sociales, 3. Los impactos educativos y 4. Los impactos cognitivos" (p. 37). El primero se relaciona con la gestión administrativa de la universidad y los últimos tres derivan de las tres funciones esenciales de la universidad: docencia, investigación y vinculación universidad-sociedad (Vallaes & Álvarez Rodríguez, 2019). Estos impactos se sistematizan en 12 metas que permiten que la RS en las IES sea visualizada en acciones concretas y operativas.

Así, el modelo de URSULA está estructurado en cuatro dimensiones, 12 subdimensiones que corresponden a las metas de desempeño socialmente responsable y 66 indicadores que permiten evidenciar lo que la universidad hace (ver Tabla 1).

Tabla 1

Estructura del Modelo URSULA

Dimensiones	Subdimensiones	Cantidad de indicadores
Gestión organizacional	Buen clima laboral y equidad	7
	Campus sostenible	5
	Ética, Transparencia e Inclusión	6
Formación	Aprendizaje basado en desafíos sociales	7
	Inclusión curricular de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	6
	Mallas diseñadas con actores externos	4
	Inter y transdisciplinariedad	5
Cognición	Investigación en y con la comunidad	5
	Producción y difusión de conocimientos útiles	6
	Integración de la proyección social con formación e investigación	4
Participación social	Proyectos cocreados, duraderos, de impacto	6
	Participación en la agenda de desarrollo local, nacional e internacional	5

Nota: Elaboración propia con base en Vallaes (2021).

La aplicación del modelo URSULA se centra en dos momentos: En el primero, las IES sistematizan las evidencias con base en lo que señalan los indicadores. En el segundo momento, se revisa lo que la universidad piensa, para lo que se aplican cinco cuestionarios dirigidos exclusivamente a las partes interesadas internas: estudiantes (55 ítems), docentes (43 ítems), docentes investigadores (26 ítems), equipos que gestionan y desarrollan la vinculación

universidad-sociedad (27) y equipos de apoyo (24) (Vallaey, 2021). Al final, se sistematiza los niveles de logro alcanzados de acuerdo con cinco posibilidades que van desde 1. No lo han contemplado, hasta 5. La institución tiene una política transversal de RS con resultados sistematizados y ejemplares (Vallaey, 2021).

3.2 Modelo de la Red de Homólogos de RSU de la Asociación de Universidades Jesuitas de Latinoamérica (AUSJAL).

Según Álvarez Morales & De la Fuente-Anuncibay (2022), la AUSJAL ha desarrollado un marco de referencia para la implementación de políticas de RS, así como un sistema de indicadores. Su propósito es generar criterios conforme a los cuales las IES se evalúan y reflexionan de manera crítica a fin de identificar el estado de su gestión institucional en materia de RS. Este modelo se estructura en cinco dimensiones, 23 subdimensiones y 81 indicadores (ver Tabla 2). Las dimensiones comprenden las áreas de impacto siguientes: "impacto educativo, impacto cognoscitivo y epistemológico, impacto social, impacto organizacional, impacto ambiental" (AUSJAL, 2014, p. 26).

Tabla 2

Estructura del Modelo de AUSJAL

Dimensiones	Subdimensiones	Cantidad de Indicadores
Impacto educativo	Integración de la RSU en el currículo	1
	Experiencia vivencial	1
	Reflexión y análisis crítico	3
	Perfil del egresado	2
Impacto cognoscitivo y epistemológico	Orientación de la agenda	2
	Metodología adecuada a principios ético	2
	Interacción de conocimientos	3
	Socialización	5
	Incidencia	2
Impacto social	Planificación y presupuesto asignado	4
	Alcance de los programas y proyectos	3
	Articulación con otros actores sociales	2
	Articulación disciplinaria	1
	Aprendizajes generados	2
Impacto organizacional	Clima organizacional	6
	Desarrollo del talento humano	11
	Relación con proveedores	1
	Inclusión	11
	Comunicación responsable	2
	Participación	2
	Cultura de la transparencia y la mejora continua	2
Impacto ambiental	Gestión de recursos ambientales	5
	Cultura y educación ambiental	8

Nota: Elaboración propia con base en AUSJAL (2014).

El modelo propuesto por AUSJAL (2014) aplica indicadores cuantitativos cerrados y cuestionarios dirigidos a actores internos (profesores, estudiantes y personal administrativo) y externos (graduados y empleadores). La información recolectada permite describir la situación de distintas dimensiones de la universidad. Los datos se sistematizan en un informe de autoevaluación. Este documento identifica fortalezas y debilidades que sirven de base para la planificación institucional.

4. CONCLUSIONES

Los dos modelos revisados en este estudio son herramientas de autodiagnóstico encaminadas a gestionar en las IES el cumplimiento de la RS desde la perspectiva de la gestión de los impactos de sus acciones de docencia, investigación, vinculación universidad-sociedad y gestión académica y administrativa. . Estos se operacionalizan en dimensiones y subdimensiones a partir de las cuales se conduce el análisis crítico y reflexivo sobre los avances en las acciones de RS en las universidades. La autoevaluación mediante modelos de RS permite a las IES pasar del discurso a la acción, planificando y evaluando sus impactos internos y externos. Esto favorece un enfoque integral y evita interpretaciones reduccionistas. Así, la RS se convierte en una herramienta estratégica para la mejora continua.

REFERENCIAS

- Acquier, A., Gond, J.-P., & Pasquero, J. (2011). Rediscovering Howard R. Bowen's Legacy: The Unachieved Agenda and Continuing Relevance of Social Responsibilities of the Businessman. *Business & Society*, 50(4), 607-646. <https://doi.org/10.1177/0007650311419251>
- Álvarez Morales, E. L., & de la Fuente - Anuncibay, R. de la. (2022). Responsabilidad social en la Universidad, aplicación de un modelo de medición. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 11(Extra-2), 93. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8736064>
- Bernal, C. A. (2016). Metodología de la investigación. (4ta. Edición). Editorial PEARSON, Colombia. https://www.academia.edu/44228601/Metodologia_De_La_Investigaci%C3%B3n_Bernal_4ta_edicion
- Madzík, P., Budaj, P., & Chocholáková, A. (2018). Practical Experiences with the Application of Corporate Social Responsibility Principles in a Higher Education Environment. *Sustainability*, 10(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su10061736>
- Ramírez Huerta, V. P., Vicente Armas, E., & Fabián Sotelo, L. A., (2022). Responsabilidad social universitaria y sostenibilidad de calidad en la Universidad Nacional mayor de San Marcos. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S5), 210-223. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3288>
- Red de Homólogos de Responsabilidad Social Universitaria de la Asociación de Universidades Jesuitas de Latinoamérica, AUSJAL (2014). Políticas y sistema de autoevaluación y gestión de la responsabilidad social universitaria en AUSJAL. 2da. Edición .EDUCC- Editorial de la Universidad Católica de Córdoba. <https://www.ausjal.org/wp-content/uploads/2021/04/Políticas-y-Sistemas-de-Autoevaluación-y-Gestión-de-la-RSU-en-AUSJAL-2014.pdf>
- Vallaes, F. (2018). Las diez falacias de la Responsabilidad Social Universitaria. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(1), 34-58. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-25162018000100004

- Vallaey, F. (2021). Manual de Responsabilidad Social Universitaria. El Modelo URSULA. Unión de Responsabilidad Social Universitaria Latinoamericana. <https://unionursula.org/wp-content/uploads/2021/06/2021-Manual-RSU-Modelo-URSULA-Esp.pdf>
- Vallaey, F., & Álvarez Rodríguez, J. (2019). Hacia una definición latinoamericana de responsabilidad social universitaria: Aproximación a las preferencias conceptuales de los universitarios. *Educación XX1*, 22(1), 93-116. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19442>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-37>

EL LÍMITE COMO OPORTUNIDAD: LOS “IMPOSIBLES” DE LA ESCRITURA BIOGRÁFICA

García-Ramos Herrera, Isabella

Universidad Complutense de Madrid

Madrid, España

isabga06@ucm.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2876-714X>

RESUMEN

Este artículo busca analizar la escritura biográfica y demostrar cómo las limitaciones propias de este tipo de escritura se pueden llegar a solucionar. Partiendo de la imposibilidad de saberlo todo sobre un biografiado y la imposibilidad de contarlo todo sobre la vida escogida para narrar, el artículo define los aspectos de la biografía literaria que pueden ayudar a la resolución de estos límites y presenta dos ejemplos de obras biográficas en los que estas limitaciones se resuelven de diferentes maneras.

Palabras clave: Biografía literaria, escritura biográfica, Friedrich Schiller, María Estuardo, Stefan Zweig.

ABSTRACT

Este artículo busca analizar la escritura biográfica y demostrar cómo las limitaciones propias de este tipo de escritura se pueden llegar a solucionar. Partiendo de la imposibilidad de saberlo todo sobre un biografiado y la imposibilidad de contarlo todo sobre la vida escogida para narrar, el artículo define los aspectos de la biografía literaria que pueden ayudar a la resolución de estos límites y presenta dos ejemplos de obras biográficas en los que estas limitaciones se resuelven de diferentes maneras.

This paper looks closely at life-writing and tries to show how the obstacles in this type of writing can be solved. The impossibility of getting to know everything about the biography's protagonist and how impossible it is to tell everything in a biography about the chosen historical character are the two obstacles analyzed in this paper. Biography is defined in this article to understand which elements of this type of story can help find a solution for the two “impossibilities” of this type of writing. Two literary examples are shown in order to understand how these life-writing limits can be faced through creative solutions.

Keywords: Friedrich Schiller, Life-writing, Literary Biography, Mary Stuart, Stefan Zweig.

1. INTRODUCCIÓN

La escritura biográfica atiende a la vida de un personaje histórico. Aunque esto parezca simple, el desarrollo de este tipo de escritura trae unas limitaciones que, para algunos, pueden resultar grandes impedimentos. ¿Cuáles son esas limitaciones? En este artículo se abordarán dos: la imposibilidad de saberlo todo sobre el biografiado y la imposibilidad de contar todo lo que se sabe sobre el protagonista de la biografía.

¿A qué se refieren estos dos límites? El primero señala el hecho de que no se puede saber todo sobre una persona porque nadie tiene *todo* registrado sobre su vida. Es imposible documentar cada acción o pensamiento. Este límite lleva al autor a darse cuenta del misterio

insondable que es el ser humano. Si el biógrafo no conoce todo sobre sí mismo, ¿cómo puede conocer hasta lo más íntimo de la persona de la cual va a escribir? El segundo límite demuestra que toda obra literaria es finita, por más concisa o extensa que sea. No se pueden escribir infinitos tomos sobre la vida de una persona. ¿Cómo condensar toda una experiencia vital en tan sólo algunas páginas?

En este artículo se pretende dar, a través de ejemplos concretos y atendiendo a ciertos autores de referencia en la escritura biográfica, respuesta a estos límites y demostrar cómo la resolución —mas no la eliminación— de estos promueven la creatividad en la escritura biográfica.

2. MARCO CONCEPTUAL

Dice Paul Murray Kendall (1965) que “la biografía, por lo general, se ve como un proceso mecánico de organizar información que habla sobre una vida [...]. Pero, en un momento de honestidad, el biógrafo [...] confesará que la biografía es el «oficio-ciencia-arte» de lo imposible”. Habría que preguntarse por qué alguien se dedicaría a una escritura que parece imposible, y ¿cómo puede ser que, aunque parezca imposible de llevar a cabo, las librerías están llenas de biografías?

Partiremos de la siguiente definición: la biografía “es un relato escrito u oral, en prosa, que un narrador hace de la vida de un personaje histórico (con énfasis en la singularidad de una existencia individual y la continuidad de una personalidad)” (Madelénat, 1984). ¿Cuáles son los aspectos de esta definición que pueden ayudar a resolver los “imposibles” de la escritura biográfica?

En primer lugar, la biografía es un *relato*. Por lo tanto, la biografía debe estar organizada, estructurada y acotada. Esto es relevante porque la biografía debe responder a una forma concreta. ¿Y cuál es esta forma? La que “mejor se adecúe a la esencia de la vida” (Edel, 1984) que será narrada. Forma, además, que no cuenta con ningún parámetro de longitud, pues “no existen estándares para considerar o descartar un texto biográfico simplemente por su extensión” (Lee, 2009). Así, se encuentran biografías de pocas páginas hasta otras de varios tomos. Lo que interesa entender a la luz de los “imposibles” de la biografía —saberlo todo y contarlo todo— es que el saber que esta escritura responde a una forma concreta ayuda a contestar *qué* es lo que hay que saber de esa vida para contarlo —respondiendo así la primera imposibilidad— y *cómo* hay que contar aquello que se sabe —resolviendo la segunda limitación—.

Segundo: interesa que un *narrador* cuente la biografía porque esto implica que el biógrafo debe posicionarse frente a su biografiado. Es decir, que el autor debe saber cuál es su intención con la biografía que escribe. ¿Busca mostrar al biografiado como un héroe o un villano? ¿Quiere mostrar sus hazañas o denunciar sus acciones? Dependiendo de su intención, el autor identificará *qué* hechos de la vida del biografiado pueden apoyar la postura que quiere tomar ante esa vida —resolviendo la primera “imposibilidad”— y ajustará el tono en función de *cómo* quiere narrar esa vida —y así resuelve la segunda limitación—.

En tercer lugar, es importante que el protagonista sea *un personaje histórico*. Si el protagonista de la biografía es un personaje *histórico* implica que este personaje *precede* al autor, que *existe* fuera de su control. De hecho, Kendall (1965) señala que “se puede decir que el biografiado es un hombre que el biógrafo querría haber creado si no existiera ya”. ¿Esto qué papel juega en la resolución de los límites de la escritura biográfica? Que, como señala Edel (1984) “un novelista lo sabe todo de sus personajes [porque] son su propia invención [...] Pero los biógrafos no. Los personajes existen, los documentos existen, son «bienes que se le dan» al biógrafo”. Es decir, el biógrafo debe acercarse al personaje histórico para conocerlo mejor. Esto demuestra que el biógrafo puede *intentar* luchar contra la imposibilidad de conocerlo todo de su biografiado. ¿Cómo? Al acercarse a esas fuentes de información que poseen los datos que el autor necesita de su protagonista. Además, en este acercamiento, el autor no solo encontrará información —para intentar conocer lo que pueda de su biografiado—. También podrá ver cómo

los autores de las fuentes de información que le preceden han tratado a su biografiado. Descubrirá así nuevos modelos de *cómo* contar esa vida —resolviendo la imposibilidad de contarla todo—.

Como cuarto elemento está la existencia *individual*. Esto ayudar a resolver las dos imposibilidades aquí planteadas porque al ser una sola existencia la que se atiende en la biografía se acota toda la información histórica al período concreto de esa vida. Es decir, solo importa lo que haya sucedido entre el nacimiento y la muerte del personaje y lo que ocurrió en el contexto que desarrolló su vida. Un ejemplo, si el biografiado murió en 1940 en Francia, no hay que explicar el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial en todo el continente europeo o en el Pacífico porque el protagonista no llegó a verlo. Así, se acota lo que se tiene que *saber* del protagonista —primera imposibilidad— y el *cómo* contarla responderá a la época y sucesos que haya vivido —segunda imposibilidad—.

Y para finalizar, en quinto lugar está la *continuidad de una personalidad*. A esto apunta Kendall (1965) cuando dice: “la misión del biógrafo es perpetuar a un hombre así como fue en vida”. Lo que se busca es que el conocimiento que se adquiera —saberlo todo del biografiado— no sea para hacer un análisis o una organización enciclopédica/recopilatoria de esos datos recogidos, sino para mostrar la personalidad de ese personaje histórico. Entonces, la forma de escribir —el cómo contarla todo— tendrá que ser la manera de rescatar la “esencia” (Edel, 1984) de ese biografiado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A través de un análisis filológico, se lleva a cabo la investigación documental necesaria para comparar los distintos postulados de los autores que han estudiado la escritura biográfica. Así, se ha llegado a un diseño cualitativo para la investigación. Diseño que permitirá describir las características de este tipo de escritura literaria, de tal forma de que sea más fácil identificar esos rasgos en las obras literarias y poder determinar si encajan o no en este tipo de escritura.

La escritura biográfica se puede dividir en tres partes de una misma metodología: la investigación, la selección y la composición. La investigación y la selección corresponden a toda la parte documental, donde se intenta resolver la primera imposibilidad: el saberlo todo del biografiado. Como es imposible conseguir documentados cada detalle de la vida que se estudia, el biógrafo debe observar entre todo lo que encuentra qué es lo que realmente le interesa contar, y realizar una selección en función de su intención. Así, la selección ayudará al autor a componer su obra. La composición juega un papel importante porque debe convertirse en la “forma más adecuada” (Edel, 1984) para presentar esos datos que se han conseguido a través de la investigación y que el biógrafo ha seleccionado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La discusión en torno a la escritura biográfica sigue pero se pueden analizar las obras que consideremos biográficas. Para observar los resultados de cómo se han resuelto las imposibilidades de la escritura biográfica tratadas en este artículo, observaremos dos ejemplos: la obra de Stefan Zweig y de Friedrich Schiller, puesto que ambos biografiaron al mismo personaje histórico: María Estuardo, reina de los escoceses.

Frente a la primera imposibilidad —saberlo todo— Zweig cuenta en la introducción de su biografía cómo hay abundante documentación sobre la reina escocesa y cómo las fuentes se contradicen entre ellas. Así, Zweig investiga al acercarse a las fuentes documentales y selecciona lo que le interesaba (en su caso, reunió los aspectos de la vida de María Estuardo que sirvieran para demostrar su tesis de la “superioridad moral del vencido”). Schiller, por su parte, quería demostrar las bondades del catolicismo frente al protestantismo. Así, dota a María Estuardo, reina católica, de una serie de cualidades que se observaron en su vida que

acentuaban esa bondad del catolicismo en contraste con la “villanía” del protestantismo que Schiller encarna en la figura de la Reina Isabel. Vemos cómo ambos autores quizás no sabían *todo* de María Estuardo, porque ya hemos dicho que es imposible, pero sí buscaron saber lo que a ellos, desde su intención como biógrafos, les interesaba.

Frente a la imposibilidad de contarle todo, la selección y composición también varía dependiendo de las intenciones de cada autor. En el caso de Zweig, él sí quiso contar toda la vida de María Estuardo, con la forma de una novela, pero la extensión que le dedica a los distintos episodios de su recorrido vital es desigual. La biografía cuenta en total con 414 páginas en la edición de 2012 de la editorial Acantilado. De esas, 188 corresponden a cuarenta y un años de la vida de María Estuardo. Mientras que Zweig dedica 209 páginas a *solo* cuatro años (de 1565 a 1569). Zweig consideraba que en esos años había sucedido lo más importante de la vida de María Estuardo y quería prestarles más atención. Mientras que Schiller escribe una obra de teatro y, a diferencia de Zweig, no recorre toda la vida de la reina escocesa sino que se dedica solo al cautiverio y muerte de María Estuardo. Schiller se centra solo en este último período de la vida de la reina escocesa porque es solo en esta época en la que está en contacto directo con la Reina Isabel de Inglaterra. Como Schiller quería mostrar un contraste entre ambos personajes, tenía que seleccionar la época en la que ambos personajes podían encontrarse. Así, se muestra cómo ambos autores no pretenden resolver el problema de *contarlo todo* de su biografiada, sino conseguir la mejor manera de contar aquellos datos seleccionados según la intención de cada uno como biógrafos.

5. CONCLUSIONES

La biografía, como escritura literaria, es una busca atender el recorrido vital de un personaje histórico particular al perpetuar la «esencia de esa vida». La forma literaria permite que los conocimientos históricos adquiridos a través de la investigación, sean seleccionados para componer esa forma que ayudará a preservar esa personalidad y darle continuidad en el tiempo.

Como toda escritura, la biografía se enfrenta a obstáculos. Los “imposibles” de la escritura biográfica —la imposibilidad de saberlo todo del biografiado y la imposibilidad de contarle todo por el carácter finito de cualquier obra literaria— apuntan a la riqueza que este tipo de escritura atiende, que es el misterio insondable del ser humano. Misterio que puede revelarse parcialmente pero que siempre será inagotable y esta es la esperanza de la escritura biográfica. Siempre podremos volver a los personajes históricos que nos interesen y conseguiremos nuevas maneras de preservarlos. Al final, los “imposibles”, los límites de la escritura biográfica, empujan al autor a desarrollar el pensamiento crítico para una selección de datos adecuada y una creatividad que saldrá a relucir en esa composición literaria.

REFERENCIAS

- Edel, L. (1984) *Writing Lives: Principia Biographica*. Norton.
Kendall, P. M. (1965) *The Art of Biography*. George Allen & Unwin LTD.
Lee, H. (2009) *Biography. A very short introduction*. Oxford Press.
Madelénat, D. (1984) *La biographie (Littératures modernes)*. Presses Universitaires de France.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-38>

ELEMENTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL CURRÍCULUM DEL BACHILLERATO CIENTÍFICO EN PARAGUAY

Benítez Prieto, Carmen Susana

Ministerio de Educación y Ciencias

Asunción, Paraguay

carmenbenitezp@mec.edu.py

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2820-4106>

RESUMEN

Esta investigación analiza la presencia de elementos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el currículum del Bachillerato Científico en Paraguay, considerando la relevancia de los mismos para el desarrollo económico y social del país y el papel fundamental de la Educación Media con relación a la formación en niveles superiores. El estudio emplea un diseño mixto con alcance descriptivo. Para el mismo, se realizó un análisis documental, identificando referencias directas e indirectas hacia habilidades científicas, tecnológicas y de innovación en el diseño curricular del nivel, 16 programas de estudio de disciplinas del plan común y 21 disciplinas del plan específico de tres énfasis del Bachillerato Científico. Los resultados muestran que, aunque el diseño curricular declara aspiraciones relevantes en torno a habilidades CTI, la incorporación de estas es limitada en los programas de estudio, especialmente en lo que respecta a habilidades tecnológicas. Se destaca una brecha entre las metas curriculares y su implementación concreta. Se concluye que es necesario fortalecer la inclusión de elementos de CTI en el Bachillerato Científico de la Educación Media, especialmente aquellos que fomentan aprendizajes orientados a la indagación, la aplicación tecnológica y la innovación, para así contribuir a revertir la baja formación en carreras científicas y tecnológicas en Paraguay.

Palabras clave: ciencia, diseño curricular, Educación Media, innovación, tecnología, programas de estudio.

ABSTRACT

This research analyzes the presence of Science, Technology, and Innovation (STI) elements in the curriculum of the Scientific Baccalaureate in Paraguay, considering their relevance for the country's economic and social development and the fundamental role of Secondary Education with respect to training at higher levels. The study employs a mixed-methods design with a descriptive scope. For this purpose, a documentary analysis was conducted, identifying direct and indirect references to scientific, technological, and innovation skills in the curriculum design of this level, 16 study programs of common plan disciplines, and 21 disciplines of the specific plan from three Scientific Baccalaureate emphases. The results show that, although the curriculum design declares relevant aspirations regarding STI skills, their incorporation is limited in the study programs, especially with respect to technological skills. A gap between curricular goals and their concrete implementation is highlighted. It is concluded that it is necessary to strengthen the inclusion of STI elements in the Scientific Baccalaureate of Secondary Education, particularly those that foster learning oriented towards inquiry, technological application, and innovation, in

order to contribute to reversing the low enrollment in scientific and technological careers in Paraguay.

Keywords: science, curriculum design, Secondary Education, innovation, technology, study programs.

1. INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de aportar desde el ámbito educativo al desarrollo económico y social sostenible del país, posicionándolo en un alto nivel de competitividad en la región, el impulso y perfeccionamiento de las ciencias y las tecnologías en todos los niveles educativos emerge como herramienta para potenciar proyectos innovadores, generando conocimiento que contribuya en la mejora de la calidad de vida de las personas.

Si bien el desarrollo CTI encuentra en las universidades el mayor campo de acción, en la educación secundaria se debiera potenciar el interés hacia la ciencia y la tecnología, despertando vocaciones que motiven la elección de trayectos formativos en la educación superior.

En términos de Salica & Abad (2020), es necesario un cambio de paradigma desde el currículum hasta la práctica en aula, promoviendo un aprendizaje motivador, prácticas de indagación, diseño y desarrollo de pensamiento científico y tecnológico.

2. MARCO CONCEPTUAL

Los desafíos económicos, sociales y ambientales que enfrenta el Paraguay requieren de atención oportuna y soluciones innovadoras. En este sentido, el enfoque CTI, plasmado en Planes Estratégicos, Políticas y Agendas Nacionales, emerge como respuesta a esta necesidad, estableciendo lineamientos y ejes de acción, donde la educación es uno de los componentes principales (CONACYT, 2014; CONACYT, 2017; CONACYT, 2022).

No obstante, la realidad nacional presenta desafíos que demandan atención inmediata. UNESCO (2018) y CONACYT (2023) coinciden en afirmar que el Paraguay cuenta con un reducido número de estudiantes universitarios de ciencias exactas y naturales, tecnologías e ingenierías. Los respectivos informes mencionan que el mayor número de graduados en el país responde a las Ciencias Sociales, alcanzando aproximadamente el 60% del total de egresados, mientras que los graduados en ciencias exactas y naturales y tecnologías e ingenierías alcanzan el 3% y el 13%, aproximadamente.

Así también, el número de investigadores en Paraguay es inferior al promedio en América Latina y el Caribe, y menor aún si se comparan con países desarrollados: según datos del Informe de Indicadores de Ciencia y Tecnología del Paraguay 2023, el país alcanza 920 investigadores por cada millón de habitantes, cuando en países desarrollados se llega a 5000 y hasta 7000 investigadores por cada millón (CONACYT, 2024).

Estos datos evidencian la necesidad de despertar vocaciones científicas y tecnológicas en el país, y este desafío se inicia en los niveles de educación básica y media.

Al respecto, Jiménez-León (2022) menciona que las instituciones educativas, como agentes sociales para el empoderamiento de la sociedad, debieran enfocar sus estrategias pedagógicas en incrementar el interés de los estudiantes por la ciencia y la tecnología.

Si bien las propuestas educativas de todos los países del mundo, en todos los niveles, contemplan el abordar de las mismas, es necesario ofrecer en estos espacios curriculares la reflexión sobre su función social, cultural y ética (Jiménez-León, 2022).

El mismo autor menciona que “el desarrollo científico y tecnológico requiere de una estimación cuidadosa de sus fuerzas motrices e impactos, un conocimiento profundo de sus interrelaciones con la sociedad” (Jiménez-León, 2022), enfoque que debiera permear en las propuestas curriculares de los diferentes niveles educativos, con la intención de comprenderlas y apreciarlas, para luego considerarlas opciones profesionales.

Con relación a la relevancia y el papel fundamental de la presencia de elementos CTI en el currículum, Poveda et al. (2023) mencionan que el currículum es un elemento que integra de forma dinámica todas las intencionalidades educativas, en los diferentes niveles de concreción, y que la investigación debe ser integrada como elemento consolidador de los aprendizajes esperados.

Además, los mismos autores, citando el trabajo de Poveda y Vélez (2019), mencionan que la implementación del currículum requiere de estrategias metacognitivas que consideren trayectos de investigación que consoliden los conocimientos de ciencia y tecnología.

Al respecto, en el ámbito nacional, la Ley General de Educación, en sus artículos 3°, 9°, 19° y 51° establece garantías respecto al desarrollo de la ciencia y la tecnología en el sistema educativo del país, en sus diferentes niveles. (Ley 1264, 1998). No obstante, es importante contar con información específica respecto a cómo se traducen estas disposiciones en los diseños curriculares del sistema educativo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de estudio ha sido identificar los elementos CTI en los bloques general y específico del diseño curricular del Bachillerato Científico de la Educación Media en Paraguay. Para ello, se realizó una investigación con diseño mixto y alcance descriptivo, utilizando la técnica de análisis documental, que según Aranda et al. (2024), consiste en un proceso de construcción del conocimiento donde los insumos de trabajo son principalmente documentos escritos, y mediante el cual se generan informaciones nuevas o se responden preguntas de manera fundamentada.

El proceso de análisis involucró la identificación, categorización, organización y análisis de elementos CTI que se encuentran declarados en el diseño curricular y en los programas de estudio de sus áreas académicas. Los documentos analizados corresponden a: 1 diseño curricular del Bachillerato Científico de la Educación Media, 16 programas de estudio de disciplinas del plan común y 21 de disciplinas de los énfasis del Bachillerato.

Para la agrupación, se han definido las siguientes categorías y elementos:

1. Ciencia (C)
 - 1.1. Conceptos científicos.
 - 1.2. Habilidades de indagación/método científico.
 - 1.3. Relación ciencia/sociedad.
 - 1.4. Actitudes científicas.
2. Tecnología (T)
 - 1.1. Herramientas y recursos tecnológicos.
 - 1.2. Alfabetización digital.
 - 1.3. Aplicación de la tecnología.
 - 1.4. Impacto de la tecnología en la sociedad.
3. Innovación (I)
 - 1.5. Pensamiento creativo.
 - 1.6. Emprendedurismo.
 - 1.7. Aplicación del conocimiento para la solución de problemas reales.
 - 1.8. Actitudes de innovación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis se han agrupado en dos secciones. Primeramente, se presentan las características y elementos observados en el diseño curricular, entendiendo que allí se plasman los fines, principios y objetivos comunes de la Educación Media. Se han agrupado todas aquellas manifestaciones directas e indirectas, que hagan referencia al desarrollo de elementos CTI.

En la segunda sección, se presentan los hallazgos en los programas de estudio del plan común y específico de los tres énfasis del Bachillerato Científico. En este punto, se han considerado las competencias, capacidades y contenidos de las disciplinas analizadas.

4.1. Diseño curricular

En un primer análisis se encontraron 15 apartados generales, de los cuales fueron descartados 7, por no presentar elementos CTI. Entre los 8 apartados restantes, se identificaron referencias directas e indirectas hacia el desarrollo de elementos CTI, las cuales fueron tabuladas y cuantificadas.

Con relación a los datos utilizados en las categorías Ciencia, Tecnología, Innovación de la Figura 1, se han cuantificado afirmaciones, sean directas o relacionadas a las mismas. Por ejemplo, en la categoría “Ciencias”, algunas afirmaciones identificadas son:

- Desarrollo de pensamiento científico.
- Alfabetización científica.
- Metodología investigativa.

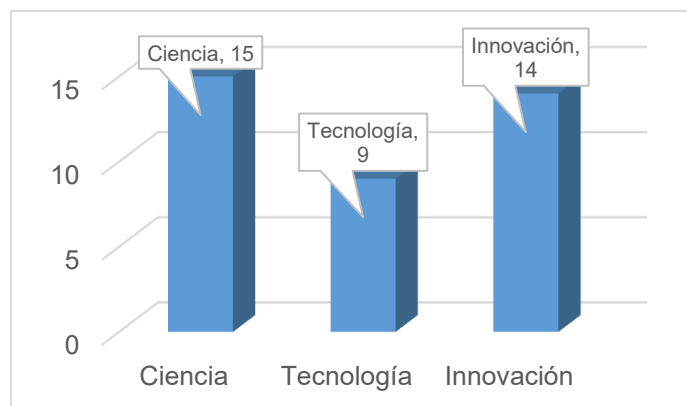
Del mismo modo, en la categoría “Tecnología”, se han agrupado afirmaciones como:

- Alfabetización tecnológica.
- Destreza en el uso de nuevas tecnologías.
- Vinculación con la fuerza productiva del país.

En lo que respecta a “Innovación”, algunas declaraciones son:

- Desarrollo del pensamiento creativo.
- Emprendimientos proactivos.
- Desarrollo del pensamiento divergente.

Figura 1. Referencias directas e indirectas hacia el desarrollo de habilidades CTI



Nota: elaboración propia

Como es posible observar en la Figura 1, si bien existen referencias para cada una de las categorías en los diferentes apartados, las mismas son escasas para orientar aprendizajes específicos de esta naturaleza, considerando la afirmación que realizan Poveda et al. (2023) en cuanto a la importancia de que los diseños curriculares incorporen la tecnología y la investigación científica para difundir y alcanzar la percepción positiva de la innovación.

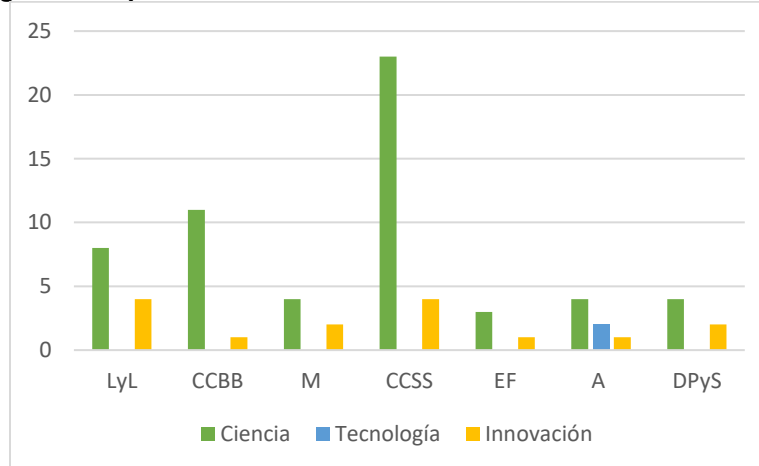
4.2. Programas de estudio

Se ha podido observar que ninguno de los énfasis del Bachillerato Científico desarrolla disciplinas vinculadas a las tecnologías: Informática, Ofimática, Robótica u otras. No obstante, en la denominación de todas las áreas del plan común se incorpora la frase “(...) y sus tecnologías”, haciendo referencia que el desarrollo de las mismas debiera contemplar el uso de las tecnologías propias del área del saber. Se tienen entonces áreas como Ciencias Básicas y sus tecnologías, Ciencias Sociales y sus tecnologías, etc.

4.2.1. Plan común

En este bloque se han analizado los verbos utilizados en las capacidades, entendiendo que los mismos determinan la acción que será desarrollada por el estudiante. Además, se ha revisado en detalle la enunciación del contexto de cada capacidad, contabilizando aquellas que se vinculen con habilidades CTI. Si bien el análisis se realizó por disciplina, el resultado del mismo se presenta por área académica, en el siguiente gráfico:

Figura 2. Capacidades vinculadas al desarrollo de habilidades CTI



Nota: áreas consideradas: Lengua y Literatura Castellana (LyL), Ciencias Básicas (CCBB), Matemática (M), Ciencias Sociales (CCSS), Educación Física (EF), Artes (A); Desarrollo Personal y Social (DPyS). Elaboración propia.

Como es posible apreciar en la Figura 2, la situación respecto a las habilidades tecnológicas es crítica. Solamente una de las siete áreas propone el uso de tecnología en el desarrollo de sus capacidades. Además, las referencias a habilidades de innovación se presentan de manera escasa. Si bien las referencias a habilidades científicas son más frecuentes, se observa una marcada diferencia hacia las Ciencias Básicas y Ciencias Sociales.

Esta realidad se contrapone con las afirmaciones de Salica & Abad (2020), quienes sostienen que “Los desafíos del contexto científico y tecnológico actual exigen a la educación secundaria promover en sus estudiantes habilidades, conocimientos y actitudes en Ciencias y Tecnologías, con el propósito de superar los límites entre lo fáctico y lo axiológico”.

4.2.2. Plan específico

En los énfasis en Ciencias Básicas y en Ciencias Sociales se proponen disciplinas con una orientación al desarrollo de habilidades científicas como la indagación, la investigación y el análisis, principalmente. En el énfasis en Letras y Arte se han observado disciplinas con mayor tendencia a habilidades de innovación como son las de creatividad, creación y pensamiento divergente.

Nuevamente, se ha observado una nula referencia a las habilidades tecnológicas.

5. CONCLUSIONES

El diseño curricular del Bachillerato Científico de la Educación Media en Paraguay declara numerosas aspiraciones vinculadas al desarrollo de habilidades CTI en los estudiantes de este nivel educativo.

No obstante, el análisis de capacidades planteadas en los programas de estudio de las disciplinas de los tres énfasis propuestos ha arrojado un menor enfoque al que se orienta desde los apartados generales.

Si bien se plantean áreas académicas propicias para el desarrollo de cada una de las categorías de habilidades, las capacidades propuestas tienen una visible orientación hacia el conocimiento teórico, dejando el desarrollo de habilidades de orden superior en segundo plano.

Entre las tres categorías definidas, ciencia, tecnología e innovación, la que se encuentra con menor espacio de abordaje es la de tecnología, considerando que no se cuenta con un área o disciplina específica, y que las capacidades propuestas no se orientan de manera explícita hacia la misma.

REFERENCIAS

- Aranda, M., Martínez, M., & Camacho, A. (2024). Análisis documental, un proceso de apropiación del conocimiento. *Revista Digital Universitaria*.
- CONACYT. (2014). *Libro blanco de los lineamientos para una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación del Paraguay*. CONACYT.
- CONACYT. (2017). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - Paraguay 2017-2020*. CONACYT.
- CONACYT. (2022). *Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - 2022-2030*. CONACYT.
- CONACYT. (2023). *Encuesta de Innovación Empresarial 2021*. CONACYT.
- CONACYT. (2024). *Informe sobre indicadores de Ciencia y Tecnología de Paraguay 2023*. CONACYT.
- Jiménez-León, R. (2022). Vocaciones científicas y tecnológicas: Identidad para América Latina desde el sur-sureste de México. *Emerging Trends in Education*, 14-27.
- Ley N° 1264 General de Educación. (1998). Paraguay.
- Poveda, F., Guáqueta, C., López-Rodríguez, C., & Martínez, E. (2023). Currículos integrales como estrategia de potencialización en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 59-71.
- Salica, M., & Abad, A. (2020). Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y la tecnología en estudiantes de Física de la Educación Secundaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 33-51.
- UNESCO. (2018). *Relevamiento de la Investigación y la Innovación en la República del Paraguay*. (G. A. Lemarchand, Ed.).

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-39>

VIOLENCIA ESCOLAR Y FORMACIÓN DOCENTE EN PARAGUAY: UN ANÁLISIS DESDE LA SOCIOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN Y EL CASO DEL PROYECTO “CONVIVENCIA SANA ENTRE PARES”

Roa Figueredo, Marta Carolina

Universidad Nacional de Asunción

Asunción, Paraguay

carolroa26@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5622-3880>

RESUMEN

Este artículo analiza la formación docente en Paraguay en relación con la prevención de la violencia escolar, desde la sociología de la educación. Con base en los aportes de Durkheim y Bourdieu, se examina cómo el sistema educativo reproduce prácticas, normas y habitus que influyen en la persistencia de la violencia y en las respuestas institucionales. En este marco, se presenta el estudio del proyecto “Convivencia sana entre pares en instituciones educativas, orientado a mejorar los climas escolares mediante la mediación entre pares. La investigación busca evaluar la efectividad del proyecto en la reducción del acoso escolar y en la promoción de una convivencia respetuosa. Se desarrolló con un enfoque mixto y alcance descriptivo, aplicando encuestas a 73 docentes y 550 estudiantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los datos fueron analizados con herramientas de estadística descriptiva e inferencial, lo que permitió identificar percepciones y tendencias. Los resultados muestran avances en la gestión de conflictos y también limitaciones: solo un 31,5% de los estudiantes percibe mejoras significativas en las relaciones entre pares y un 40% desconoce la existencia del proyecto, lo que revela debilidades en su apropiación. Aunque la mayoría de las instituciones reportan bajos niveles de denuncias, persisten focos críticos que requieren atención. Se concluye que la formación docente debe incorporar competencias socioemocionales y que resulta necesaria una reformulación curricular integral, crítica y situada en las demandas sociales contemporáneas.

Palabras clave: Acoso escolar, Convivencia escolar, Formación docente, Sociología de la educación, Violencia escolar

ABSTRACT

This article analyzes teacher training in Paraguay in relation to the prevention of school violence, from the perspective of the sociology of education. Drawing on the contributions of Durkheim and Bourdieu, it examines how the educational system reproduces practices, norms, and habitus that influence the persistence of violence and institutional responses. Within this framework, the study presents the project “Healthy Peer Coexistence in Educational Institutions”, implemented to improve school climates through peer mediation. The research aims to assess the effectiveness of the project in reducing bullying and promoting respectful coexistence. A mixed method approach with a descriptive scope was adopted, applying surveys to 73 teachers and 550 students through non probability convenience sampling. Data were analyzed using descriptive and inferential statistical tools, allowing the identification of perceptions and trends. The results show progress in conflict management but also highlight limitations: only 31.5% of students perceive significant improvements in peer relationships, and 40% are unaware of the project’s existence, revealing weaknesses in its appropriation. Although most institutions report low levels

of complaints, critical areas persist that require attention. It is concluded that teacher training should incorporate socio-emotional competencies and that a comprehensive, critical, and contextually situated curricular reform aligned with contemporary social demands is necessary.

Keywords: Bullying, School coexistence, School violence, Sociology of education, Teacher training

1. INTRODUCCIÓN

La violencia escolar es una de las problemáticas más complejas del sistema educativo paraguayo. No se limita a episodios visibles de acoso entre pares, sino que también se expresa en formas simbólicas, estructurales y normalizadas que afectan la convivencia y el bienestar en las instituciones educativas. La formación docente, inicial y continua, ocupa un lugar estratégico en su prevención. Sin embargo, persisten dudas sobre su eficacia: ¿están los docentes preparados para enfrentar y prevenir la violencia escolar? ¿Qué rol desempeña su formación en la reproducción o transformación de estas dinámicas?

Desde la sociología de la educación, estas cuestiones se analizan como parte de un entramado social más amplio, en el que el sistema educativo reproduce habitus, capitales y estructuras que inciden en las relaciones escolares. Como sostienen Bourdieu y Passeron (1996), la escuela no es neutra, sino un espacio atravesado por relaciones de poder que perpetúan desigualdades sociales. En Paraguay, estas desigualdades se evidencian en el acceso, la permanencia y el éxito escolar, sobre todo en sectores desfavorecidos (Ricardi Esquivel, 2021).

En este contexto, se plantea analizar críticamente el vínculo entre formación docente y prevención de la violencia escolar, sosteniendo que la incorporación de competencias socioemocionales favorece entornos educativos más seguros.

El objetivo general es evaluar el tratamiento de la violencia escolar en la formación docente paraguaya, utilizando como estudio de caso el proyecto “Convivencia sana entre pares en instituciones educativas – Año 2024”. Los objetivos específicos se orientan a: (a) analizar las percepciones de docentes y estudiantes sobre la efectividad del proyecto, (b) identificar fortalezas y debilidades en su implementación, y (c) proponer lineamientos de mejora para la formación docente y las políticas educativas vinculadas a la convivencia escolar.

2. MARCO CONCEPTUAL

Émile Durkheim (1922) sostenía que la educación no se limita a transmitir conocimientos, sino que constituye un proceso de socialización que inculca normas, valores y pautas colectivas. La escuela funciona como institución moral, generadora de cohesión social e integración de los individuos. La violencia escolar representa una disfunción de esa función moral y refleja la ruptura del consenso normativo. Para mitigarla, se requieren educadores que ejerzan una autoridad legítima basada en respeto y ética, lo que demanda formación docente en competencias emocionales y éticas, aún insuficiente en Paraguay.

Bourdieu (1990) complementa esta visión al plantear que la escuela reproduce estructuras sociales y habitus, esquemas internalizados de percepción y acción. En contextos desiguales, este habitus puede naturalizar violencias simbólicas que legitiman la exclusión. Cuando los docentes carecen de formación crítica, tienden a reproducir dichas estructuras, reforzando desigualdades. Transformar la convivencia escolar exige reconfigurar el habitus docente y fomentar prácticas críticas y reflexivas.

La violencia escolar se manifiesta en múltiples formas: acoso físico, verbal, psicológico, exclusión, bullying, mobbing, violencia de género y acoso sexual (Carrillo, 2015). También se da de manera indirecta, cuando la omisión de protección causa daño (Carrillo, 2015). Edwards y Villalobos (2017) destacan la polisemia del concepto de convivencia escolar: para algunos se asocia al ambiente afectivo y para otros al orden disciplinario. Sin embargo, solo un clima de respeto y afecto posibilita aprendizajes significativos y previene la violencia.

En Paraguay, el Ministerio de Educación y Ciencias (2024) registró 2.500 denuncias de violencia escolar, incluyendo 200 casos de acoso, 336 de violencia entre pares, 70 agresiones físicas y 125 psicológicas. Estas cifras reflejan la magnitud del problema y la necesidad de prevención eficaz. En América Latina, factores políticos, sociales y económicos, junto con políticas educativas descontextualizadas, influyen en la persistencia del fenómeno (Palacios Castillo, 2023). Currículos vacíos en valores perpetúan tanto la violencia como el bajo rendimiento escolar (Palacios Castillo, 2023). Además, Saiz (2019) sostiene que las conductas violentas reflejan dinámicas familiares y sociales, configurando un círculo vicioso.

La escuela es un espacio de reproducción y transformación social, pero la exposición continua a la violencia puede normalizarla, dificultando su reconocimiento (Carrillo, 2015). Su prevención requiere abordar tanto las estructuras institucionales como las dinámicas externas. Oliva y Prieto Mendoza (2017) definen la violencia escolar como un patrón sistemático de agresión deliberada por quienes detentan mayor poder. En Paraguay, la formación docente ha estado marcada por la transición democrática y prácticas clientelares, aunque con intentos de reforma (Elías & Misiego, 2017). Ricardi Esquivel (2021) plantea que los docentes deben construir vínculos de afiliación con estudiantes vulnerables, mientras Cruz (2024) subraya la necesidad de actualizar normativas que articulen leyes y práctica educativa.

El marco legal paraguayo, Constitución Nacional (1992), Ley N° 1680/2001, Ley N° 4633/12, Ley contra el Acoso Escolar y protocolos del MEC, promueve la prevención, mediación y acompañamiento integral mediante profesionales especializados, constituyendo herramientas claves para la convivencia escolar.

A nivel regional, la UNESCO (2022) y Cedeño Sandoya (2020) advierten que, pese a leyes y programas en 17 países, la violencia escolar aumenta debido a factores estructurales. Esto exige estrategias integrales con participación docente, familiar y comunitaria. Palacios Castillo (2023) y Saiz (2019) coinciden en que la educación emocional debe guiar la convivencia. Experiencias como Convivencia sana entre pares muestran que la mediación estudiantil mejora el clima escolar, siempre que exista formación docente crítica, comunicación efectiva y seguimiento de casos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y diseño de la investigación

La investigación corresponde a un estudio de caso instrumental sobre el proyecto “Convivencia sana entre pares”, implementado en instituciones de Paraguay. Se utilizó un diseño mixto, que combina análisis estadístico con interpretación de percepciones y experiencias de los actores.

Alcance de la investigación

El alcance fue descriptivo, orientado a caracterizar percepciones de docentes y estudiantes sobre la efectividad del proyecto y sistematizar información sobre casos de acoso escolar reportados.

Población y muestra

La población estuvo conformada por docentes y estudiantes de instituciones seleccionadas. La muestra fue no probabilística, por conveniencia: 73 docentes referentes institucionales responsables de coordinar las acciones y 550 estudiantes referentes institucionales participantes activos.

Instrumentos de recolección de datos

Los datos provinieron de informes oficiales y encuestas digitales diferenciadas para docentes y estudiantes, con preguntas cerradas y abiertas. La validez se aseguró por coherencia con los objetivos, y la fiabilidad mediante estandarización en la aplicación.

Procedimientos de análisis de datos

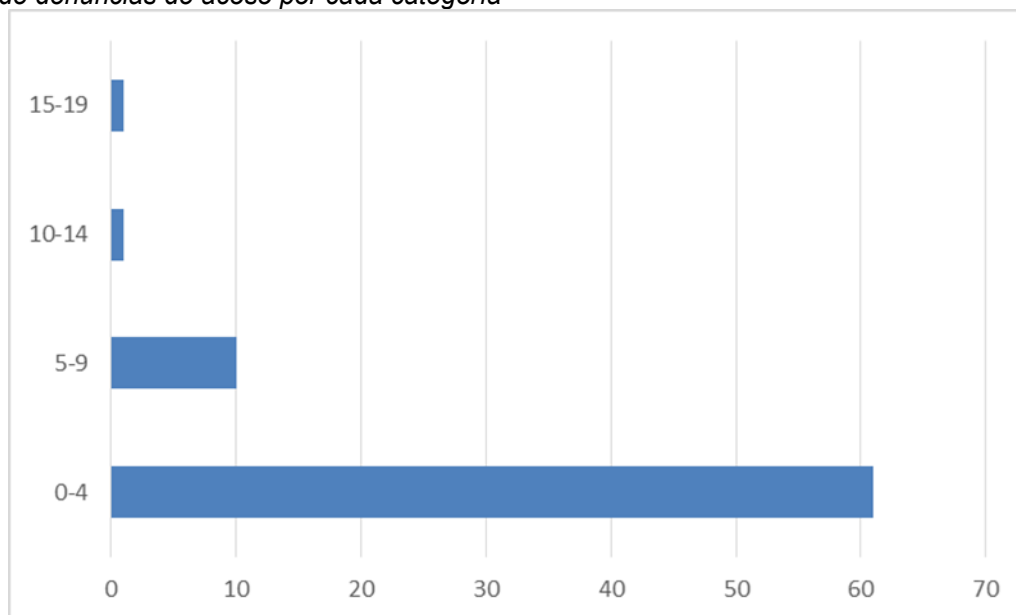
En el componente cuantitativo se analizaron medidas de tendencia central y dispersión sobre casos de acoso escolar. En el cualitativo se interpretaron percepciones de docentes y estudiantes sobre efectividad y formación, identificando fortalezas, debilidades y áreas de mejora. La integración de ambos enfoques permitió una comprensión más profunda y contextualizada.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos muestran un desajuste entre políticas educativas y formación docente: aunque los docentes valoran positivamente a los estudiantes mediadores, cerca del 40% de los estudiantes desconoce el proyecto, lo que refleja ausencia de apropiación pedagógica (Perales, 2017). Desde Bourdieu (1996), esto constituye violencia simbólica al reproducir lógicas verticales. Sin embargo, cuando se promueve diálogo horizontal, la comunidad responde favorablemente. Desde Durkheim (1922), la autoridad docente debe encarnar valores colectivos, generando cohesión y pertenencia. El proyecto potenciaría su impacto consolidando un enfoque participativo y prácticas de mediación que fortalezcan vínculos comunitarios y responsabilidad compartida.

Figura 1

Número de denuncias de acoso por cada categoría



Fuente: *Elaboración propia de la autora - Encuesta a docentes referentes.*

El gráfico muestra la distribución de denuncias de acoso según intervalos definidos. Más de 60 de los 73 docentes referentes institucionales señalaron haber recibido entre 1 y 4 denuncias durante el año lectivo.

La mayoría de las instituciones presenta un número reducido de denuncias (menos de 5), lo que representa aproximadamente al 83% de los casos. Solo un 3% reportó 10 o más denuncias, lo que sugiere que los casos más graves se concentran en un número reducido de instituciones.

Tabla 1

Distribución de frecuencias sobre el conocimiento del proyecto (n = 550)

Nivel	fi	fa	f %
3	176	176	32
2	167	343	30,4
1	207	550	37,7
N= 550			100

Nota. Escala de conocimiento utilizada: 1 = No he oído hablar, 2 = He oído hablar, pero sin detalles, 3 = Conozco detalles con precisión.

Fuente: *Elaboración propia de la autora - Encuesta a estudiantes.*

Casi el 40% de los estudiantes no conoce el proyecto, lo que refleja un déficit en los mecanismos de comunicación institucional. Sin embargo, otro 40% declara conocerlo con precisión, lo que evidencia que la apropiación del proyecto ha sido desigual en las instituciones.

5. CONCLUSIONES

El análisis del proyecto, muestra que la prevención de la violencia escolar en Paraguay exige más que políticas o programas aislados. Aunque los docentes valoran positivamente la labor de los estudiantes mediadores y se observan avances en la concienciación, cerca del 40% de los estudiantes desconoce el proyecto, lo que refleja limitaciones en su apropiación y en los mecanismos de comunicación. Además, aunque la mayoría de las instituciones reporta pocas denuncias de acoso, persisten focos críticos que evidencian un impacto desigual y no plenamente efectivo.

Desde la perspectiva teórica, los hallazgos confirman que la escuela es a la vez un espacio de reproducción social y de construcción de valores colectivos. La ausencia de socialización horizontal en la implementación puede reproducir violencia simbólica, en línea con Bourdieu (1996), mientras que la legitimidad docente depende de encarnar valores compartidos, según Durkheim (1922). La participación activa de docentes y estudiantes fortalece la internalización de normas y la cultura de convivencia, lo que exige formación que trascienda la transmisión disciplinar, incluyendo competencias socioemocionales, mediación y conciencia crítica.

Asimismo, se evidencia que la formación docente crítica es indispensable para responder a demandas sociales actuales. Los docentes deben ser agentes activos en la construcción de vínculos, especialmente con estudiantes vulnerables, y contar con conocimiento normativo para incidir en las prácticas escolares (Ricardi Esquivel, 2021; Cruz, 2024).

En definitiva, aunque existen avances, la sostenibilidad del proyecto requiere articular formación docente, políticas educativas integrales y participación comunitaria, fortaleciendo comunicación, capacitación y estrategias diferenciadas para consolidar entornos escolares justos y respetuosos.

REFERENCIAS

- Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1996). La reproducción. *Ediciones Laia*.
- Bourdieu, P. (1990). Sociología y cultura (págs. 135-141). *México: Grijalbo*.
- Carrillo, M. D. R. A. (2015). Violencia escolar: un problema complejo. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 11(4), 493-509.
- Cruz Manrique, Y. R. (2024). Violencia y victimización escolar entre pares: un análisis desde lo individual, familiar, escolar e interpersonal (*Doctoral dissertation, Universidad de Oviedo*).
- Cedeño Sandoya, W. A. (2020). La violencia escolar a través de un recorrido teórico por los diversos programas para su prevención a nivel mundial y latinoamericano. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 470-
- Durkheim, E. (1922). Educación y sociología. *París: Presses Universitaires de France*.
- Edwards, M. I. M., & Villalobos, M. R. H. (2017). Convivencia Escolar para el aprendizaje y buen trato de todos: hacia una mejor comprensión del concepto. *Cultura, educación y sociedad*, 8(2), 9-20.
- Elías, R., & Misiego, P. (2017). La situación de la formación docente en Paraguay. Investigación y políticas de formación docente en Paraguay, Argentina y Brasil, 45.
- Ministerio de Educación y Ciencias (2019). Diseño Curricular de la Nueva Formación Docente en Paraguay.
- Ministerio de Educación y Ciencias. (2016). Protocolo de atención en instituciones educativas para casos de violencia entre pares y/o acoso escolar (reimpresión 2020). *Ministerio de Educación y Ciencias*.
- Oliva, H. A., & Prieto Mendoza, L. N. (2017). La violencia escolar y el trabajo en el aula: una mirada a las perspectivas pedagógica y psicoafectiva.
- Palacios Castillo, V. E. (2023). Propuesta de un programa de educación emocional para prevenir la violencia escolar en los estudiantes de las instituciones educativas de educación básica regular de la zona periférica de Jaén, año 2017.
- Perales, M. (2019). Convivencia y burocratización educativa. *En Castillo-Retamal et al.*
- Ricardi Esquivel, R. S. (2021). Educación y cuestión social en Paraguay, una implicación compleja desde la perspectiva de estudiantes y directivos. *Estudios Paraguayos*, 39(2), 239–256.
- Rivas-Castillo, C. (2020). Políticas públicas en materia de violencia escolar en América Latina. *Revista Científica Estelí*, (34), 135-153.
- Saiz, E. T. (2019). Las víctimas del “bullying”: el antes y el después del impacto agresivo. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 19, 113–133.
- UNESCO. (2022). Informe mundial sobre la violencia escolar. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-40>

ENGAGEMENT ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE MONTERÍA-CÓRDOBA

Alemán Petro, Carlos Manuel

Universidad Pontificia Bolivariana
Montería, Colombia
carlos.aleman@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7276-954X>

Díaz Páez, Ivana Andrea

Universidad Pontificia Bolivariana
Montería, Colombia
Ivana.diaz@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7737-4437>

Simancas Fernández, Marlen

Universidad Pontificia Bolivariana
Montería, Colombia
marlen.simancas@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1461>

RESUMEN

El estudio analiza el engagement académico en estudiantes universitarios de tres instituciones de Montería-Córdoba, definido como el compromiso en las dimensiones conductual, emocional y cognitiva. La ausencia de engagement se relaciona con problemáticas como la deserción, bajo rendimiento académico y desmotivación. Se empleó un enfoque cuantitativo descriptivo, con una muestra de 717 estudiantes seleccionados por conveniencia, utilizando la escala UWES-S para medir vigor, dedicación y absorción. Los resultados mostraron niveles medios a altos en las tres dimensiones, con diferencias significativas entre las instituciones en la dimensión de dedicación. Se concluye que es necesario implementar estrategias motivacionales y de bienestar que fortalezcan el engagement estudiantil, mejoren el rendimiento académico y contribuyan a la permanencia en la educación superior. Este estudio aporta elementos clave para futuras investigaciones y el diseño de programas de intervención.

Palabras clave: Absorción, dedicación, engagement académico, estudiantes universitarios, vigor.

ABSTRACT

This study analyzes academic engagement in university students from three institutions in Montería-Córdoba, defined as commitment in behavioral, emotional, and cognitive dimensions. The absence of engagement is associated with issues such as dropout, low academic performance, and lack of motivation. A descriptive quantitative approach was employed with a convenience sample of 717 students, using the UWES-S scale to measure vigor, dedication, and absorption. Results showed medium to high levels in all three dimensions, with significant differences among institutions in dedication. Findings highlight the need to implement motivational

and well-being strategies to strengthen student engagement, improve academic performance, and foster university retention. This research provides valuable insights for future studies and the design of educational interventions.

Keywords: Absorption, dedication, Academic engagement, university students, vigor

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de engagement académico es el eje central del presente estudio, y es definido como el nivel de compromiso que desarrolla un estudiante en medio de su formación académica, desde las tres dimensiones que lo componen; conductual, emocional y cognitiva (Fredricks et al. 2004). La ausencia de este da lugar a problemáticas significativas, como la deserción escolar universitaria, el bajo rendimiento académico y la baja motivación (Salanova et al., 2005; Martínez & Salanova, 2005).

Por este motivo, la presente investigación busca realizar una descripción y análisis de las dimensiones conductual, emocional y cognitiva del engagement estudiantil o comportamiento académico en estudiantes universitarios de varias instituciones de educación superior en la ciudad de Montería (Universidad Pontificia Bolivariana-Montería, Universidad Cooperativa de Colombia y Universidad de Córdoba).

Para llevar a cabo este estudio, se planteó una metodología abordada desde el enfoque cuantitativo, con alcance clasificatorio, observacional. La evaluación de las variables de estudio se realizó por medio Utrecht Work Engagement Scale para estudiantes, de allí sus siglas en inglés UWES-S, el cual fue aplicado a una muestra conformada por 717 estudiantes, distribuidos en las tres instituciones. Los análisis descriptivos señalan semejanzas y algunas diferencias entre las instituciones, sin dejar de lado que la intención principal del estudio es poder describir un fenómeno que puede o no estar asociado con el desempeño de los estudiantes.

Por lo anterior, se expondrá el planteamiento en el que se basó la realización de la propuesta del proyecto, al igual que todos los aspectos necesarios tales como; justificación, objetivos, metodología, resultados y discusión, para culminar con la presentación de las conclusiones.

2. MARCO CONCEPTUAL

El engagement académico es un constructo multidimensional que integra manifestaciones conductuales, emocionales y cognitivas relacionadas con la implicación del estudiante en su proceso de aprendizaje (Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004). Otra tipología importante lo presenta como vigor, dedicación y absorción (Salanova et al., 2005; Schaufeli et al., 2002; Vizoso Gómez & Arias Gundín, 2016):

Dimensión Emocional: niveles de energía, resiliencia y disposición a invertir esfuerzo en las tareas académicas. Los estudiantes con vigor alto muestran persistencia ante dificultades.

Dimensión Conductual: componente afectivo-valorativo que incluye entusiasmo, orgullo y significado atribuido al estudio; se relaciona con la identificación con la carrera.

Absorción: implica un estado de concentración profunda y disfrute en la tarea, donde el tiempo pasa desapercibido.

Modelos teóricos relevantes:

Modelo multidimensional de Fredricks et al. (2004): define engagement desde las tres dimensiones (conductual, emocional, cognitiva) y enfatiza interacciones contextuales.

Modelo JD-R (Job Demands-Resources) adaptado al ámbito académico (Salanova et al., 2005): sugiere que el engagement aumenta cuando los recursos personales e institucionales superan las demandas académicas.

Modelos contemporáneos de aprendizaje en entornos digitales (Bond, 2020; Zhang et al., 2021): incorporan variables como calidad tecnológica y diseño instruccional como moduladores del engagement.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño cuantitativo, de carácter no experimental, de alcance comparativo y transversal, su alcance fue descriptivo-exploratorio, puesto que se buscó caracterizar los niveles de engagement académico en sus dimensiones de vigor, dedicación y absorción, sin establecer relaciones causales entre variables.

Procedimientos

En cuanto al procedimiento, en primer lugar, se elaboró un consentimiento informado y se solicitó la participación voluntaria de los estudiantes. Posteriormente, los instrumentos se aplicaron de forma presencial y virtual, de manera individual, con un tiempo de diligenciamiento aproximado de 10 minutos. Los datos fueron codificados en una base de Excel y, posteriormente, analizados mediante el software estadístico SPSS.

Instrumentos

Cuestionario sociodemográfico: recolectó información de edad, sexo, programa académico, semestre y variables relacionadas con el contexto socioeconómico.

Escala de Engagement Académico (UWES-S; Schaufeli et al., 2002), validada en Colombia por Donado et al. (2018). Está compuesta por 17 ítems que evalúan tres dimensiones:

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes presentaron niveles medios a altos de vigor (74,9%), dedicación (73,9%) y absorción (75,1%). La comparación entre universidades evidenció diferencias significativas en la dedicación, siendo más alta en la UPB.

La discusión sugiere que los factores institucionales influyen en la dedicación, mientras que el vigor y la absorción dependen más de recursos personales como motivación y autorregulación. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Fredricks et al. (2004), Reeve (2012) y Salanova et al. (2005). Además, se destaca la importancia del contexto socioeconómico, dado que muchos estudiantes provienen de estratos bajos, lo cual puede impactar negativamente en su compromiso académico.

Tabla 1

Niveles de las dimensiones vigor, dedicación y absorción en la muestra (n=717)

Dimensión	Nivel	n	%	$\bar{X}$	DE
Vigor	Alto	153	21,3	19,78	7,082
	Medio	384	53,6		
	Bajo	180	25,1		
Dedicación	Alto	160	22,3	22,15	6,247
	Medio	370	51,6		
	Bajo	187	26,1		
Absorción	Alto	173	24,1	19,76	7,102
	Medio	366	51		
	Bajo	178	24,8		

Nota. $\bar{X}$. Media de la muestra, DE. Desviación estándar, n. frecuencia, %. Porcentaje

La presente investigación analizó el engagement académico en estudiantes universitarios a través de las dimensiones de vigor, dedicación y absorción. Los resultados muestran que, en términos generales, la mayoría de los estudiantes se ubicaron en niveles medios en las tres dimensiones evaluadas, lo cual sugiere la presencia de un compromiso moderado frente a las demandas académicas. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Riquelme et al. (2018), quienes también identificaron predominio de niveles intermedios de engagement en la mayor parte de su muestra universitaria.

Sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas entre las instituciones analizadas. En particular, la UPB presentó una mayor proporción de estudiantes en niveles medio y alto, lo que abre la posibilidad de que los factores contextuales e institucionales ejerzan una influencia diferenciada sobre el compromiso emocional y la identificación de los estudiantes con sus actividades académicas.

5. CONCLUSIONES

El estudio permitió describir el nivel de engagement académico en estudiantes universitarios de Montería. En términos generales, los participantes presentaron un compromiso moderado en las tres dimensiones.

Se identificaron diferencias significativas en la dedicación entre instituciones, lo que indica que factores institucionales y contextuales influyen en esta dimensión. Se recomienda a las universidades implementar estrategias motivacionales, psicosociales y pedagógicas que fortalezcan el engagement, con el fin de mejorar el rendimiento académico y la permanencia estudiantil.

REFERENCIAS

- Bond, M. (2020). Student Engagement in Open, Distance, and Digital Education. En O. Zawacki-Richter & I. Jung (Eds.), *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (pp. 1–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_79
- Donado, A., Martínez, M., & Rueda, J. (2018). Validación de la Utrecht Work Engagement Scale

- (UWES-S) en población universitaria colombiana. *Revista de Psicología*, 36(2), 45–58.
<https://doi.org/10.17533/udea.rp.v36n2a05>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
<https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Martínez, I., & Salanova, M. (2005). Psicología de la salud ocupacional. En M. Salanova & W. Schaufeli (Eds.), *Psicología organizacional positiva* (pp. 125–146). Síntesis.
- Reeve, J. (2012). A self-determination theory perspective on student engagement. En S. L. Christenson, A. L. Reschly & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 149–172). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_7
- Riquelme, E., González, C., & Rojas, M. (2018). Engagement académico en estudiantes universitarios chilenos: Un estudio descriptivo. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 17(34), 93–107. <https://doi.org/10.21703/rexe.20181734riquelme3>
- Salanova, M., Schaufeli, W. B., Martínez, I., & Bresó, E. (2005). Linking organizational resources and work engagement to employee performance and customer loyalty: The mediation of service climate. *Journal of Applied Psychology*, 90(6), 1217–1227.
<https://doi.org/10.1037/0021-9010.90.6.1217>
- Schaufeli, W. B., Martínez, I. M., Pinto, A. M., Salanova, M., & Bakker, A. B. (2002). Burnout and engagement in university students: A cross-national study. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 33(5), 464–481. <https://doi.org/10.1177/0022022102033005003>
- Vizoso Gómez, C., & Arias Gundín, O. (2016). Engagement académico, burnout y rendimiento en estudiantes universitarios. *Revista de Psicodidáctica*, 21(2), 231–247.
<https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.14246>
- Zhang, Y., Meng, Y., Ordóñez de Pablos, P., & Sun, Y. (2021). Learning in pandemic times: Student engagement with online learning in COVID-19. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(3), 44–59. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.633265>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-41>

OPTIMIZACIÓN ESTRATÉGICA EN EMPRESA LÁCTEA CUBANA

Mateo Rodríguez, Juan Antonio

Universidad de Cienfuegos

Cienfuegos, Cuba

juanantoniomateorodriguez1990@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1464-7061>

García Rodríguez, Anicel

Universidad de Cienfuegos

Cienfuegos, Cuba

anicelgarcia8412@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4586-3139>

RESUMEN

El contexto actual, marcado por varios retos globales, ha puesto de manifiesto las deficiencias de los enfoques de gestión tradicionales. En este sentido la gestión financiera es un pilar fundamental en la sostenibilidad y rentabilidad de las empresas, su correcta aplicación permite mejorar la toma de decisiones, optimizar recursos y garantizar la estabilidad económica en el tiempo. La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis estratégico para respaldar la acertada toma de decisiones en la empresa y contribuir al perfeccionamiento de su gestión. La metodología implementada es mixta, para ello se utilizaron métodos empíricos como revisiones bibliográficas, entrevistas informales, observaciones directas, cálculo de índices e interpretación de razones financieras. Como principales resultados se logró realizar una evaluación profunda de la situación de la entidad objeto de estudio en el período 2022-2024, determinar causas y proponer estrategias. Ello permite eliminar o minimizar las brechas identificadas en aras de mejorar la gestión empresarial, disminuir el nivel de subjetividad en el proceso de decisión y potenciar la mejora continua de la organización.

Palabras claves: decisiones, gestión, mejora, rentabilidad, sostenibilidad.

ABSTRACT

In this manuscript, the classic abstract is presented with a maximum length of 250 and a minimum The current context, marked by several global challenges, has highlighted the shortcomings of traditional management approaches. In this sense, financial management is a fundamental pillar in the sustainability and profitability of companies; its correct application allows improving decision making, optimizing resources and guaranteeing economic stability over time. The objective of this research is to carry out a strategic analysis to support the correct decision making in the company and to contribute to the improvement of its management. The methodology implemented is mixed, using empirical methods such as bibliographic reviews, informal interviews, direct observations, calculation of indexes and interpretation of financial ratios and the m. The main results were an in-depth evaluation of the situation of the entity under study for the period 2022-2024, determining causes and proposing strategies. This allows eliminating or minimizing the gaps identified in order to improve business management, reduce the level of subjectivity in the decision-making process and enhance the continuous improvement of the organization.

Key words: decisions, management, improvement, profitability, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente en una entidad láctea cubana es fundamental para garantizar la sostenibilidad del negocio y su rentabilidad a largo plazo. En este contexto, las decisiones estratégicas que se tomen deben centrarse en la mejora continua de los procesos productivos, reducción de costos operativos y a su vez la mejora de la rentabilidad.

En este sentido, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray (EPL), se ha evidenciado que no se ha logrado concretar un modelo de gestión adecuado que le permita afrontar eficientemente los cambios del nuevo escenario que se presenta ni tampoco garantiza la aplicación de los documentos normativos, la efectividad de la gestión y la excelencia de los productos, procesos y servicios, con enfoque competitivo y de desarrollo sostenible. Dado los elementos mencionado el objetivo de la presente investigación es realizar un análisis estratégico en la entidad en cuestión para respaldar la acertada toma de decisiones en la misma y contribuir al perfeccionamiento de su gestión.

El desarrollo del estudio, en el marco de la actualización del modelo económico cubano en el período actual, contribuye a elevar la eficiencia económica al analizar exhaustivamente la gestión empresarial para la posterior toma de decisiones. En paralelo con lo expuesto anteriormente en el contexto cubano actual, tributa a la adecuada implementación de las normas emitidas por los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), Finanzas y Precios (MFP) y el Consejo de Ministros y la satisfacción de los clientes internos y externos. La metodología desarrollada es una herramienta útil aplicable en las empresas cubanas para aprovechar las fortalezas y reducir el riesgo ante las amenazas.

2. MARCO CONCEPTUAL

Exponen Mateo y García (2024), Majid et al., 2019 y Settembre et al., (2021) que las circunstancias actuales han puesto de manifiesto las deficiencias de los enfoques de gestión tradicionales y resaltan la importancia de la administración estratégica. Esta se centra en la integración de diversos componentes, como la gestión, las finanzas, la contabilidad y la producción, con el objetivo de alcanzar el éxito e implica un análisis continuo del futuro para reconocer oportunidades en el presente

Consecuentemente con ello Calderón, Castillo y Calderón (2021) consideran que los estados financieros desempeñan un papel crucial al proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones, ya que contienen datos valiosos sobre las actividades pasadas y facilitan proyecciones más precisas sobre el futuro de la organización. Para mejorar la gestión y tomar decisiones informadas, es esencial realizar un análisis de estos. Según Díaz, Álvarez y Rodríguez (2024), esto permite a los empresarios o propietarios de negocios obtener una visión clara de la situación financiera de la empresa en un período específico, lo que les ayuda a evaluar su rendimiento y a comprender cómo se obtienen y utilizan los recursos de la empresa para la toma de decisiones.

Por lo tanto, en la actualidad, es fundamental fomentar prácticas de gestión que complementen los sistemas tradicionales. Esto contribuirá al mejoramiento continuo en el desarrollo empresarial y facilitará el éxito en la toma de decisiones frente a la incertidumbre del mercado. A pesar de ello en el contexto cubano actual, a decir de autores como Mateo y García (2024) y Corpas et al., (2023) en las empresas cubanas es insuficiente la utilización e interpretación de la información y herramientas disponibles en el momento de la toma de decisiones para lograr optimizar los resultados existentes, el diseño de estrategias y garantizar el máximo aprovechamiento de sus potencialidades.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se centra en un enfoque cuantitativo y cualitativo que permitió comprender la situación financiera de la empresa, identificar tendencias y formular recomendaciones estratégicas. El tipo de investigación es descriptiva, comparativa y longitudinal pues se describió,

analizó y comparó la situación actual de la empresa a través de sus estados financieros en un período de 3 años en aras de reconocer fortalezas y debilidades.

Son usados métodos empíricos como la revisión y análisis bibliográfico y documental, el cuestionario, la entrevista, técnicas de análisis del contexto, tormenta de ideas y búsqueda de consenso y el cálculo de razones. Se conformó además un equipo de trabajo compuesto por miembros de la alta dirección, funcionarios que desempeñan tareas claves, trabajadores con vasta experiencia dentro de la entidad.

La selección de los mismos fue no probabilística intencional, ya que la misma dependió del interés y propósito de los investigadores y se tuvo en cuenta la disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, rol que desempeñan, capacidad de análisis, pensamiento lógico y espíritu de trabajo en equipo

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Autores como Calderón, Castillo y Calderón (2021) y David (2019) señalan, entre las razones financieras que intervienen en el proceso de toma de decisiones dentro de una empresa y son fundamentales para evaluar su desempeño y salud financiera, las siguientes:

1. Razones de liquidez: permiten determinar la capacidad de la empresa para hacer frente a sus obligaciones a corto plazo, evaluando la disponibilidad de efectivo y otros activos líquidos.
2. Razones de endeudamiento: proporcionan una visión clara sobre la proporción de deuda que tiene la compañía, lo que ayuda a entender su nivel de apalancamiento y el riesgo financiero asociado.
3. Razones de rentabilidad: miden la capacidad de la organización para generar utilidades en relación con sus ingresos y activos, reflejando su eficiencia en la creación de beneficios.
4. Razones de actividad: evalúan la eficiencia operativa de la empresa y cómo está administrando sus activos para generar ventas y maximizar su rendimiento.

El uso de estas razones financieras facilita el análisis e interpretación de los resultados, lo que permite a los directivos tomar decisiones informadas y estratégicas para el crecimiento y desarrollo del negocio. A continuación, se presentan los cálculos de los índices o razones financieras correspondientes al cierre de los períodos 2022 a 2024.

Tabla 1

Razones financieras EPLE período 2022-2024.

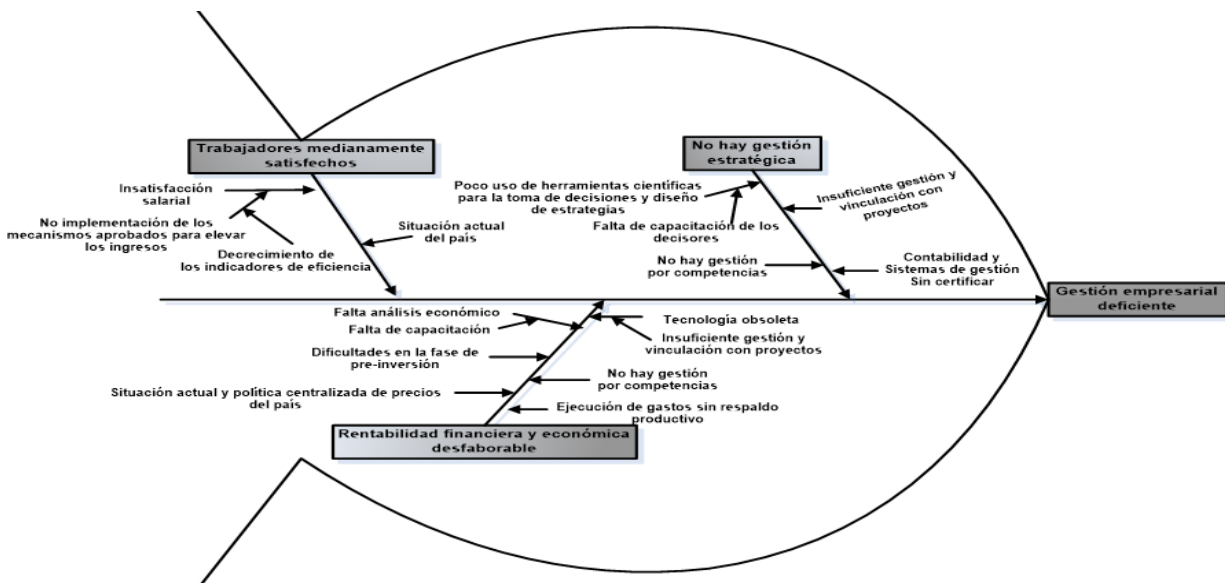
Concepto	Razones financieras	U/M	2022	2023	2024	Consideraciones
Capacidad de pago	Liquidez	Coef.	0.92	0.58	0.57	Disminuye. La empresa posee menos garantías ante terceros.
	Liquidez inmediata.	Coef.	0.54	0.05	0.04	
	Solvencia	Coef.	1.70	0.72	0.71	
Apalancamiento	Endeudamiento	%	56	69	73	El nivel de endeudamiento se ha incrementado. Riesgo de descapitalización e incumplimiento de pagos
		%	100	23	23	
	Autonomía					
Actividad	Período Promedio de Cobranza	Días	45	60	69	Ineficiente gestión de cobros y pagos, morosidad aún y cuando la situación

Rentabilidad	%	6	-14	-14	no es favorable en la organización
Rentabilidad sobre las ventas					Los valores obtenidos no son favorables y la tendencia es al deterioro con respecto a los valores deseados

Al analizar la situación financiera de la empresa, se evidencia un desequilibrio en varios aspectos clave. En primer lugar, el comportamiento de la liquidez es desfavorable, lo que indica una falta de capacidad para cumplir con las obligaciones de pago. Además, la solvencia está en declive, ya que los activos reales son inferiores al financiamiento externo. Esto genera un riesgo financiero significativo que podría comprometer la operatividad de la empresa en el período evaluado. La relación entre capital ajeno y propio se aproxima a los límites establecidos por diversos autores (60%), lo que resalta aún más la precariedad de su situación financiera. En resumen, la entidad presenta un claro desbalance en su salud financiera.

Con el propósito de identificar las causas primarias para eliminar o minimizar las debilidades existentes y facilitar la implementación de estrategias, se elabora un diagrama de Ishikawa. Para ello se tienen en cuenta los resultados obtenidos y otros expuestos en investigaciones precedentes. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 1
Diagrama de Ishikawa



Las organizaciones deben enfocarse tanto en el presente como en el futuro. Es fundamental que gestionen sus operaciones a través de estrategias competitivas que les permitan adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno. Las acciones que se proponen a continuación, derivadas del análisis realizado, contribuyen al perfeccionamiento de la gestión en la entidad y por tanto al cumplimiento de las políticas y objetivos vigentes en el país: Implementar proyectos de desarrollo local y facilitar el acceso a créditos en la entidad para asegurar financiamiento y tecnología.

- Establecer encadenamientos productivos con productores locales para reducir costos y gastos.
- Reorganizar la fuerza laboral existente en actividades que aseguren ingresos y aumenten la productividad.
- Fortalecer la colaboración entre empresas, centros de investigación y el gobierno para desarrollar capacidades y llevar a cabo proyectos conjuntos.
- Impulsar las ventas en línea para aprovechar los canales de comercialización actuales y satisfacer la demanda existente.
- Fomentar las producciones más rentables y utilizar los recursos de manera eficiente para maximizar el aprovechamiento de la leche.
- Desarrollar capacidades en directivos, funcionarios y trabajadores sobre temas económicos, gestión de la ciencia e innovación, proyectos e inversiones, para mejorar la toma de decisiones.
- Optimizar la política de cobros y pagos para mejorar la situación financiera de la organización.
- Mejorar la organización del proceso de acopio y contratación de leche, que es la materia prima principal, para asegurar la continuidad de los procesos productivos.
- Reforzar las actividades de control interno y auditoría para garantizar un uso eficiente de los recursos limitados
- Promover la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) para aumentar la satisfacción de los clientes internos y externos.
- Impulsar la gestión por competencias dentro del Sistema de Gestión Integrado del Capital Humano para elevar el rendimiento y desempeño de los trabajadores

5. CONCLUSIONES

En la entidad en cuestión se observa una tendencia al deterioro en los indicadores de eficiencia lo que requiere atención inmediata.

Las estrategias propuestas se enfocan en implementar acciones de mejora que aborden las deficiencias que afectan la planificación estratégica adecuada. Esto es crucial para aprovechar las fortalezas y oportunidades disponibles, al mismo tiempo que se busca minimizar las amenazas y debilidades, en consonancia con las demandas del entorno actual y los hallazgos del análisis realizado.

REFERENCIAS

- Calderón, X. C., Castillo, G. Y. C., y Calderón, R. E. (2021). La importancia de los estados financieros en la toma de decisiones financiera-contables. *Revista FAECO sapiens*, 4(2), 82-96. https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PA_c4c2b1c7dcc0bc7a8df4b84f4c47b196
- Corpas Rodríguez, J., Tornet García, B. M., Palacios Hidalgo, Á. L. y Álvarez Álvarez, N. M. (2023). Instrumento de evaluación de la flexibilidad organizacional para el sistema empresarial cubano. *Retos de la Dirección*, 17(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552023000300004&script=sci_arttext
- David, F. R. (2019). *Conceptos de administración estratégica*. Editorial Pearson Educación. <https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/530/1/Conceptos%20de%20Administracion%20Estrategica%20R.%20David.pdf>
- Garcíandía Mirón, G. N., Ramírez Reyes, M. A., y Velásquez Benites, O. (2023). Integración de la identificación de oportunidades de mercado con la planeación estratégica en organizaciones empresariales. *Retos de la Dirección*, 17(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552023000300008&script=sci_arttext
- Majid, A., Yasir, M., Yousaf, Z. y Qudratullah, H. (2019). Role of network capability, structural flexibility and management commitment in defining strategic performance in hospitality industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 31(8), 3077–3096. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193478910>

- Mateo Rodríguez, J. A., Francke, A., y García Rodríguez, A. (2024). Diseño de un instrumento para evaluar la percepción ambiental y de desarrollo sostenible en centros universitarios cubanos. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 24, 1-12. <https://cmad.ama.cu/index.php/cmاد/article/view/365>
- Mateo Rodríguez, J. A. y García Rodríguez, A. (2024). Perfeccionamiento de la gestión empresarial en la Empresa de Productos Lácteos Escambray. *Universidad y Sociedad*, 16(4), 202-214. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4541>
- Sarria Campos, A. (2023) *Estrategia para la exportación de carbón vegetal en la Empresa Acopio Cienfuegos* (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Settembre Blundo, D., González Sánchez, R., Medina Salgado, S. y García Muiña, F. E. (2021). Flexibility and resilience in corporate decision making: a new sustainability-based risk management system in uncertain times. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 22(Suppl 2), 107-132. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40171-021-00277-7>
- Díaz Macías, R., Álvarez Sánchez, Y., y Rodríguez González, R. (2024). Estrategia para la exportación del carbón vegetal en la Empresa Acopio Cienfuegos. *Revista Científica Cultura, Comunicación y Desarrollo*, 9(1), 188-195. <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/568/553>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-42>

IMPACTO PSICOSOCIAL EN PERSONAS PORTADORA DE BOLSA DE OSTOMÍA

Waimin, Meylin

Escuela Ciencias de la Salud, Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad
Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras.

Meylin212@yahoo.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2519-8215>

Martinez, Riccy

Escuela Ciencias de la Salud, Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad
Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras.

Dayannamartinez@unitec.edu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3878-4490>

Cruz, Yudaysi

Escuela Ciencias de la Salud, Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad
Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras.

Yudaysi09cruz@unitec.edu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0471-4726>

Martinez, Yeslin

Escuela Ciencias de la Salud, Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad
Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras.

Yeslin50@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7066-2077>

Gomes, Ronal

Escuela Ciencias de la Salud, Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad
Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Tegucigalpa, Honduras.

Ronalgomes@unitec.edu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3298-1474>

RESUMEN

El presente estudio analiza el impacto psicosocial en pacientes portadores de bolsa de ostomía atendidos en el Hospital Escuela de Tegucigalpa, Honduras. La investigación tuvo como objetivo describir los principales cambios emocionales, sociales y familiares que experimentan los pacientes tras la cirugía, identificando factores de riesgo y de protección en su proceso de adaptación. Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de diseño descriptivo transversal, utilizando entrevistas estructuradas aplicadas a pacientes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Los resultados mostraron que la población ostomizada presenta características sociodemográficas diversas, con predominio de adultos en edad laboral, bajos niveles de escolaridad y desempleo, lo que incrementa su vulnerabilidad social y económica. A nivel emocional se reportaron sentimientos de ansiedad, tristeza, depresión y alteraciones en la autoestima, que dificultan la aceptación de la nueva condición. En el ámbito social se identificaron barreras relacionadas con estigmatización, aislamiento y limitaciones en la reinserción comunitaria. Se evidenció que los pacientes con ostomías permanentes presentan mayores dificultades de adaptación y peor calidad de vida en comparación con aquellos con ostomías

temporales. Sin embargo, factores como el apoyo familiar, la orientación psicológica y la educación en el autocuidado contribuyen positivamente a la resiliencia. Se concluye que la ostomía tiene repercusiones significativas en la vida de los pacientes, y es necesario implementar programas multidisciplinarios que integren atención psicológica, educación en salud y estrategias comunitarias para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave: Colostomía, Ostomía, Reservorios Cólicos.

ABSTRACT

This study analyzes the psychosocial impact on patients with ostomy bags treated at the Teaching Hospital in Tegucigalpa, Honduras. The objective of the study was to describe the main emotional, social, and family changes experienced by patients after surgery, identifying risk and protective factors in their adaptation process. The study was conducted using a qualitative, cross-sectional descriptive design, using structured interviews with patients selected through non-probability convenience sampling. The results showed that the ostomy population presents diverse sociodemographic characteristics, with a predominance of working-age adults, low levels of education, and unemployment, which increases their social and economic vulnerability. At the emotional level, feelings of anxiety, sadness, depression, and changes in self-esteem were reported, which hinder acceptance of the new condition. At the social level, barriers related to stigmatization, isolation, and limitations in community reintegration were identified. It was evident that patients with permanent ostomies present greater difficulties in adaptation and a poorer quality of life compared to those with temporary ostomies. However, factors such as family support, psychological counseling, and self-care education contribute positively to resilience. It is concluded that ostomy has significant repercussions on patients' lives, and it is necessary to implement multidisciplinary programs that integrate psychological care, health education, and community strategies to improve their quality of life.

Keywords: Colostomy, Ostomy, Colic Reservoirs.

1. INTRODUCCIÓN

La ostomía es un procedimiento quirúrgico que salva vidas en patologías graves como el cáncer colorrectal, enfermedades inflamatorias intestinales y traumatismos, pero implica importantes cambios físicos, emocionales y sociales (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2024). Los pacientes portadores de bolsa de ostomía suelen experimentar complicaciones físicas como irritaciones, fugas o hernias, acompañadas de alteraciones emocionales como ansiedad, depresión y baja autoestima (Chen, Zhang, & Li, 2023). A ello se suman barreras sociales, incluyendo estigmatización y limitaciones laborales, que impactan negativamente en la calidad de vida (Almutairi, Almutairi, Almalki, 2021). Este estudio surge de la necesidad de comprender el impacto psicosocial de esta condición en pacientes atendidos en el Hospital Escuela, con el fin de proponer intervenciones integrales desde la enfermería y las ciencias de la salud (Geng, Wang, & Liu, 2021; Santos, Oliveira, & Ramos, 2021).

2. MARCO CONCEPTUAL

La ostomía es un procedimiento quirúrgico que consiste en la creación de una abertura artificial en la pared abdominal, a través de la cual se exterioriza un segmento del intestino para permitir la salida de las heces. Según su finalidad, puede clasificarse en temporal o permanente y en función del segmento intestinal comprometido, puede ser colostomía o ileostomía (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2024).

El impacto psicosocial se entiende como la interacción de factores emocionales, sociales y familiares que influyen en la calidad de vida del paciente. En el caso de los portadores de

ostomía, las alteraciones más frecuentes incluyen ansiedad, depresión, baja autoestima y dificultades de adaptación a la nueva imagen corporal, sumadas a barreras sociales como estigmatización, discriminación y aislamiento (Chen et al., 2023).

La calidad de vida relacionada con la salud en pacientes ostomizados se ve condicionada por variables sociodemográficas, tipo de ostomía y presencia o ausencia de apoyo familiar. Estudios han demostrado que los pacientes con ostomías permanentes presentan mayores niveles de depresión y menor capacidad de reinserción social que aquellos con ostomías temporales (Almutairi et al., 2021).

Por otra parte, el apoyo social y familiar actúa como un factor protector esencial, favoreciendo la resiliencia y la adherencia al autocuidado. La evidencia señala que las intervenciones multidisciplinarias —que incluyen educación sanitaria, orientación psicológica y acompañamiento comunitario— mejoran significativamente la adaptación y la percepción de bienestar de los pacientes (Geng et al., 2021; Santos et al., 2021).

En este sentido, comprender los determinantes psicosociales de la ostomía permite a los profesionales de enfermería y ciencias de la salud diseñar programas integrales orientados a promover el autocuidado, reducir el estigma social y potenciar la calidad de vida en este grupo vulnerable de pacientes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación: Cualitativa, de corte descriptivo y transversal.

Diseño: No experimental, retrospectivo.

Delimitación geográfica y temporal: Hospital Escuela, Bloque Médico Quirúrgico, Tegucigalpa, Honduras, agosto–septiembre 2025.

Población y muestra: Pacientes postquirúrgicos portadores de bolsa de ostomía, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

Instrumentos: Cuestionario estructurado aplicado en entrevistas, con secciones de datos sociodemográficos, cambios emocionales, psicológicos e impacto psicosocial.

Ética: Se aplicó consentimiento informado y se garantizó la confidencialidad según la Declaración de Helsinki.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los participantes fueron mayoritariamente adultos entre 40 y 59 años, se entrevistó hombres y mujeres por igual, con bajo nivel educativo (primaria 50% o sin escolaridad 33.3%) y la población se distribuye por igual con empleo y sin empleo. Esto refleja la vulnerabilidad socioeconómica y la influencia de los factores demográficos en la adaptación al estoma.

A nivel emocional, se evidenció la presencia de ansiedad leve 50%, depresión intermitente 66.7%, disminución de autoestima 50% predominante en mujeres así como dificultad para aceptar la imagen corporal 66%, especialmente en los primeros seis meses tras la cirugía. En el ámbito social, los pacientes reportaron aislamiento por la reducción en actividades comunitarias 83.3% y percepción de discriminación 83.3%, aunque en algunos casos la relación familiar se

mantuvo estable sin cambio en 66.7% de los casos o incluso mejoró gracias al apoyo recibido el cual fue de un 100%.

Comparando entre ostomías temporales y permanentes, no fue nuestro objetivo pero sí se observó un mayor impacto negativo en las permanentes, con mayor depresión, dificultad de adaptación y limitaciones en la reinserción social, lo que coincide con estudios internacionales recientes. Se identificaron factores protectores como el acompañamiento familiar, la educación sanitaria y la atención psicológica temprana, aunque la mayoría de los pacientes refirió insuficiente apoyo desde los servicios de salud de un 66.7%.

Vivir con una ostomía implica una transformación física, emocional y social significativa. En esta investigación se identificó que el proceso de adaptación posterior a la cirugía es especialmente crítico durante los primeros seis meses, etapa en la que predominan emociones como tristeza, ansiedad, baja autoestima y alteración de la imagen corporal. Estos efectos fueron más marcados en mujeres, personas adultas mayores y con bajo nivel educativo, lo que demuestra la influencia de factores sociodemográficos en la vivencia de la ostomía (Pérez García, 2023; Universidad de Zaragoza, 2018).

Los participantes reportaron una reducción notable en su participación social, motivada por el miedo a fugas, olores o rechazo. Esta situación se agravó por la falta de apoyo emocional tanto del entorno familiar como del sistema de salud. Este hallazgo coincide con lo documentado por Pérez García (2023), quien señala que el impacto de la ostomía afecta distintas áreas de la vida, incluyendo la imagen corporal, la vida sexual, la red de apoyo y el afrontamiento emocional.

Asimismo, la educación sanitaria insuficiente o mal adaptada se identificó como una barrera para el autocuidado. La mayoría de los participantes presentaba bajo nivel educativo, lo que dificulta la comprensión de los cuidados requeridos. En contraste, el estudio de la Universidad de Zaragoza (2018) indicó que, aunque sus participantes tenían mayor nivel educativo, experimentaban un impacto emocional más fuerte, posiblemente debido a una mayor conciencia de los cambios corporales. Sin embargo, ambos estudios coincidieron en señalar la falta de preparación emocional brindada por los profesionales de salud como un problema central.

Rodríguez y Antón (1987) ya advertían sobre los efectos negativos de la ostomía en la salud mental, al describir casos de ansiedad, depresión y aislamiento social. También subrayan que no es la cantidad objetiva de apoyo lo que más influye, sino la percepción de ese acompañamiento. Además, alertaban que tanto el exceso como la carencia de información pueden generar ansiedad si no se acompaña adecuadamente, una situación también reflejada en los testimonios de los participantes en esta investigación.

Los resultados de este estudio, en concordancia con investigaciones previas, evidencian que el impacto psicosocial de la ostomía no puede abordarse únicamente desde una perspectiva clínica. Se trata de una experiencia que afecta profundamente la identidad, la emocionalidad y la interacción social de quienes la viven.

Es urgente implementar estrategias de atención integral que incluya apoyo psicológico desde el preoperatorio, educación sanitaria adaptada al nivel del paciente y acompañamiento profesional continuo. También se recomienda fortalecer las redes comunitarias de apoyo y el rol del personal de enfermería con un enfoque humanizado.

En resumen, mejorar la calidad de vida de las personas ostomizadas requiere un abordaje centrado en la persona, y no solo en el estoma. Una respuesta interdisciplinaria, accesible y

sostenida en el tiempo es esencial para reducir el impacto emocional y promover una verdadera reintegración social de esta población.

TABLA 1

CAMBIOS EMOCIONALES Y PSICOLÓGICOS

Desde la colocación de la ostomía, ¿ha experimentado tristeza o depresión?	¿Ha experimentado ansiedad o preocupación constante por su condición?	¿Siente que su autoestima ha disminuido desde la colocación de la ostomía?	¿Tiene dificultades para aceptar su imagen corporal actual?
algunas veces	nunca	siempre	bastante
algunas veces	algunas veces	frecuentemente	poco
algunas veces	algunas veces	algunas veces	bastante
algunas veces	algunas veces	algunas veces	poco
siempre	siempre	siempre	bastante
frecuentemente	frecuentemente	algunas veces	bastante

Fuente: Elaboración propia

TABLA 2

IMPACTO PSICOSOCIAL

¿Ha reducido su participación en actividades sociales desde la colocación de la ostomía?	¿Ha sentido rechazo o discriminación por parte de otras personas debido a su condición?	¿Ha cambiado la relación con su pareja o familia debido a la ostomía?	¿Ha recibido apoyo emocional por parte de familiares o amigos?	¿Considera que los servicios de salud han ofrecido suficiente orientación y apoyo psicológico?
No	Si	ha empeorado	Si	NO
Si	Si	no ha cambiado	Si	NO
Si	Si	no ha cambiado	Si	NO
Si	Si	Ha mejorado	Si	Si

Si	No	no ha cambiado	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

Se logró describir que la población portadora de bolsa de ostomía atendida en el Hospital Escuela presenta características sociodemográficas diversas, lo que permite comprender mejor sus contextos familiares, económicos y culturales, elementos claves para brindar cuidados integrales. Se identificó que los pacientes con ostomía experimentan alteraciones significativas en su estado emocional y psicológico, como ansiedad, tristeza, baja autoestima y dificultad para aceptar su nueva condición, lo que evidencia la necesidad de apoyo emocional continuo.

Se encontró que el impacto psicosocial es mayor en pacientes con ostomía permanente que en los de ostomía temporal, manifestándose en mayores retos de adaptación, integración social y calidad de vida, lo que resalta la importancia de diseñar intervenciones diferenciadas para cada grupo.

REFERENCIAS

- Almutairi, K., et al. (2021). *Quality of life in permanent versus temporary colostomy patients*. Journal of Clinical Nursing.
- Chen, X., et al. (2023). *Psychological support and adaptation in ostomy patients: A longitudinal study*. International Journal of Nursing Studies.
- Geng, Z., et al. (2021). *Multidisciplinary interventions in ostomy care*. Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing.
- Organización Panamericana de la Salud. (2024). *Health in the Americas 2024: Honduras*. OPS.
- Santos, F., et al. (2021). *Psychoeducational interventions in ostomy patients: A review*. Nursing & Health Sciences.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-43>

RELACIÓN ENTRE EL ESTRÉS Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL MONTERÍA, COLOMBIA

Miranda Sáez, Karol Alejandra

Universidad Pontificia Bolivariana

Montería, Colombia

Karol.miranda@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3288-4877>

Pacheco Muñoz, Wendy Yaneth

Universidad Pontificia Bolivariana

Montería, Colombia

Wendy.pacheco@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0062-9703>

Simancas Fernández, Marlen Raquel

Universidad Pontificia Bolivariana

Montería, Colombia

marlen.simancas@upb.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3259-1461>

RESUMEN

El estrés influye en los procesos cognitivos, motores y fisiológicos de las personas, lo que puede repercutir de manera desfavorable en su desempeño académico, por tanto el propósito de este estudio fue examinar la relación entre los niveles de estrés y el desempeño académico en estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Montería. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño correlacional y transversal, utilizando una muestra no probabilística de 284 estudiantes. El estrés fue evaluado mediante la subescala de la Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés (DASS-21), mientras que el rendimiento académico se midió a través del promedio institucional. Los hallazgos mostraron que el 63,7 % de los participantes experimentó algún grado de estrés, con mayor presencia de niveles moderados y severos, aunque no se encontró una correlación significativa con el rendimiento académico. No obstante, se evidenciaron vínculos entre el estrés y variables como el sexo femenino, una dinámica familiar poco favorable, la existencia de problemas físicos o mentales y la percepción de mayores dificultades en las responsabilidades académicas. De igual forma, se observó una relación positiva entre el estrés y el tiempo de desplazamiento hacia la universidad. En conclusión, aunque el estrés no afecta de forma directa al rendimiento académico, puede influir indirectamente al interactuar con condiciones psicosociales adversas, lo que subraya la importancia de implementar estrategias de afrontamiento y programas de apoyo para la comunidad estudiantil universitaria.

Palabras clave: estudiantes universitarios, factores psicosociales, rendimiento académico, estrés académico

ABSTRACT

Stress influences people's cognitive, motor and physiological processes, which can adversely impact their academic performance. Therefore, the purpose of this study was to examine the relationship between stress levels and academic performance in students at the Universidad Pontificia Bolivariana, Montería branch. The research was conducted using a quantitative approach, with a correlational and cross-sectional design, using a non-probability sample of 284 students. Stress was assessed using the depression, anxiety, and stress scale (DASS-21) subscale, while academic performance was measured using the institutional GPA. The findings showed that 63.7% of participants experienced some degree of stress, with a greater presence of moderate and severe levels, although no significant correlation with academic performance was found. However, links were evident between stress and variables such as female gender, unfavorable family dynamics, the presence of physical or mental problems, and the perception of greater difficulties in academic responsibilities. Similarly, a positive relationship was observed between stress and commuting time to university. In conclusion, although stress does not directly affect academic performance, it can indirectly influence it by interacting with adverse psychosocial conditions, which underscores the importance of implementing coping strategies and support programs for the university student community.

Keywords: university students, psychosocial factors, academic performance, academic stress

1. INTRODUCCIÓN

El estrés es una condición propia de la vida humana que, en niveles moderados, facilita la adaptación del individuo a las exigencias del entorno; sin embargo, cuando supera los recursos de afrontamiento puede ocasionar efectos negativos en los planos físico, emocional y social. En el ámbito universitario, se presenta con frecuencia debido a la carga académica, las demandas sociales y las circunstancias personales que enfrentan los estudiantes. A este fenómeno se le denomina estrés académico, entendido como la reacción fisiológica y psicológica que se manifiesta ante las exigencias del contexto educativo.

Si bien numerosas investigaciones han evidenciado que niveles elevados de estrés pueden repercutir en la motivación, la concentración y la memoria, no siempre se encuentra un vínculo directo con el rendimiento académico. Algunos estudios plantean que, a pesar del estrés, muchos estudiantes priorizan sus objetivos académicos y logran conservar un desempeño satisfactorio, lo que muestra la importancia de analizar esta relación en escenarios específicos.

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo examinar la asociación entre el estrés y el rendimiento académico en estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Montería. La investigación se fundamentó en la necesidad de comprender de qué manera los factores académicos y psicosociales influyen en el bienestar y desempeño de los universitarios, con miras a diseñar estrategias institucionales que promuevan su salud mental. Como hipótesis de trabajo se planteó que niveles elevados de estrés podrían estar relacionados con un bajo rendimiento académico, mediado por variables como el sexo, la dinámica familiar, la presencia de problemas de salud y la percepción de dificultad frente a las responsabilidades académicas.

2. MARCO CONCEPTUAL

El estrés, según Selye (1998), es la suma de efectos inespecíficos que distintos factores producen en el organismo, explicado en su modelo del síndrome general de adaptación con tres fases: alarma, resistencia y agotamiento. Desde el enfoque transaccional de Lazarus y Folkman (1986), aparece cuando el individuo percibe que sus recursos son insuficientes frente a las

demandas, resaltando la influencia de factores psicosociales como el apoyo social o la dinámica familiar.

En el contexto universitario se habla de estrés académico, generado por la sobrecarga de tareas, exámenes y relaciones interpersonales (Barraza et al., 2019). Aunque puede afectar la memoria y la atención, estudios como el de Trujillo y González (2019) muestran que no siempre repercute en el rendimiento, dado el papel de la resiliencia y el afrontamiento.

Así mismo, en Colombia investigaciones en estudiantes de enfermería señalan que más del 50 % presenta altos niveles de estrés, principalmente por la carga académica (Castillo Ávila et al., 2018). A nivel internacional, se ha encontrado que sus efectos en el rendimiento son variables y dependen del contexto (Pascoe et al., 2020). En este marco, resulta relevante analizar esta relación en los estudiantes de la UPB Montería considerando factores académicos y psicosociales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño: Se llevó a cabo un estudio cuantitativo, no experimental, de alcance descriptivo y de corte transversal.

Población y muestra: La población estuvo conformada por estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Montería. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con una muestra final de 125 participantes.

Instrumentos: Se aplicó un cuestionario sociodemográfico, para este estudio se hizo uso de la subescala de Estrés de la Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés (DASS-21, por su sigla en inglés), de Lovibond y Lovibond, 1998) validada en población universitaria, para medir los niveles de estrés. El rendimiento académico se obtuvo a partir del promedio de calificaciones reportado por los estudiantes.

Procedimiento: Tras la firma del consentimiento informado, los participantes respondieron de manera individual los instrumentos en formato digital, con un tiempo aproximado de 10 minutos. Posteriormente, la información fue codificada y organizada para su análisis.

Análisis de datos: El procesamiento se realizó con el software SPSS, utilizando estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar) y la prueba de correlación de Pearson para determinar la relación entre el nivel de estrés académico y el rendimiento académico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que el 63,7 % de los estudiantes presentó algún nivel de estrés, mientras que el 36,3 % no reportó síntomas significativos. Los niveles predominantes fueron moderado (19,7 %) y severo (19,4 %).

Tabla 1

Nivel de estrés en estudiantes (n_284)

Categoría	Frecuencia/promedio	Porcentaje	Promedio	DE
Ausencia	103	36,30	9,27	5,003
Leve	46	16,50		

Moderado	56	19,70
Severo	55	19,40
Extremadamente severo	23	8,10

Nota. DE. Desviación estándar

En cuanto al rendimiento académico, más del 50 % obtuvo calificaciones altas ($\geq 4,0$), mientras que el 41,5 % se ubicó en nivel medio. No se registraron estudiantes con nivel bajo.

Tabla 2

Nivel de rendimiento académico en estudiantes

Categoría	Frecuencia/promedio	Porcentaje	Promedio	DE
Medio	118	41,50	3,97	0,426
Alto	166	58,50		

Nota. DE. Desviación estándar

El análisis correlacional mostró que no existe una relación significativa entre el estrés y el rendimiento académico ($r = 0,153$, $p = 0,247$), lo que confirma la hipótesis nula del estudio. No obstante, se identificaron asociaciones importantes entre el estrés y variables psicosociales como el sexo femenino, una dinámica familiar desfavorable, la presencia de trastornos físicos o mentales y la percepción de mayor dificultad frente a las responsabilidades académicas. De igual forma, se evidenció una relación positiva entre el estrés y el tiempo de desplazamiento hacia la universidad ($\rho = 0,154$, $p = 0,009$).

La discusión de estos resultados permite afirmar que el estrés académico, aunque no es un predictor directo del rendimiento, puede convertirse en un factor de riesgo cuando se combina con contextos familiares negativos, problemas de salud o carencia de estrategias de afrontamiento.

5. CONCLUSIONES

El estudio permitió concluir que la mayoría de los estudiantes de la UPB Montería presentan algún nivel de estrés, con mayor prevalencia en los rangos moderado y severo, mientras que el rendimiento académico se ubicó principalmente en niveles buenos y muy buenos, sin registrarse promedios bajos. No se evidenció una relación directa entre el estrés y el rendimiento académico, lo que confirma la hipótesis nula planteada. Sin embargo, se identificaron vínculos entre el estrés y factores psicosociales como el sexo femenino, las dinámicas familiares desfavorables, los problemas de salud física y mental, así como la percepción de dificultad frente a las obligaciones académicas. En este sentido, los hallazgos sugieren que el estrés podría incidir de manera indirecta en el desempeño académico al combinarse con condiciones personales y contextuales, lo que resalta la importancia de desarrollar programas de apoyo psicológico y estrategias de afrontamiento que promuevan el bienestar estudiantil.

REFERENCIAS

Almeida, M., & Lasluisa, C. (2020). El estrés académico y su relación con el rendimiento académico en una muestra de adolescentes. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad

- Católica de Ecuador]. Repositorio PUCE.
<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/7387>
- Asif, S., Mudassar, A., Shahzad, T. Z., Raouf, M., & Pervaiz, T. (2020). Frequency of depression, anxiety and stress among university students. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 36(5), 971–976. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.5.1873>
- Barraza, A., Sánchez, I., & Buentello, R. (2019). Estrés académico en estudiantes de educación media superior. *Revista EDUCATECONCIENCIA*, 22(23), 7-19.
<http://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/283>
- Castillo Ávila, I. Y., Barrios Cantillo, A., & Alvis Estrada, L. R. (2018). Estrés académico en estudiantes de enfermería de Cartagena, Colombia. *Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 20(2). <https://ciberindex.com/c/id/20205id>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1986). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Pascoe, M. C., Hetrick, S. E., & Parker, A. G. (2020). The impact of stress on students in secondary school and higher education. *International journal of adolescence and youth*, 25(1), 104-112. <https://doi.org/10.1080/02673843.2019.1596823>
- Ruiz, F. J., García-Martín, M. B., Suárez-Falcón, J. C., & Odriozola-González, P. (2017). The Spanish version of the Depression, Anxiety and Stress Scale–21: Factorial structure and measurement invariance across gender and age. *Psicothema*, 29(4), 595-601.
<https://doi.org/10.7334/psicothema2016.284>
- Selye H. (1998). A syndrome produced by diverse nocuous agents. 1936. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 10(2), 230–231.
<https://doi.org/10.1176/jnp.10.2.230a>
- Trujillo, A., & González, D. (2019). Estrés académico y rendimiento en estudiantes de educación superior. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 233–252.
<https://doi.org/10.17227/rce.num76-9876c>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-44>

DIMENSIONES SEMÁNTICAS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: UN ENFOQUE INTEGRADO PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS Y LA SOSTENIBILIDAD ORGANIZACIONAL

Palomino Bernal, Juan Francisco

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: jfpalber@upv.edu.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5561-7943>

Colmenero Fonseca, Fabiola

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>

Investigadora en el Departamento de Formación. Universidad Americana de Europa.
Av. Bonampak Sm. 6-Mz. 1, Lt. 1, 77500 Cancún, Q.R., México

Rodríguez Pérez, Ramiro

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: rrodper@upv.edu.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1879-3970>

Carcel-Carrasco, Javier

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: fracarc1@csa.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

RESUMEN

La transformación digital se ha consolidado como un proceso estructural que redefine la dinámica organizacional mediante la incorporación de tecnologías emergentes, inteligencia artificial y sistemas de análisis semántico. Este estudio examina las dimensiones semánticas de la transformación digital en 25 organizaciones de Europa y América Latina, con un enfoque en la gestión de recursos y la sostenibilidad. Se planteó la hipótesis de que la integración de análisis semántico en los procesos de innovación facilita la alineación entre objetivos tecnológicos y metas de sostenibilidad. La investigación adoptó un diseño de métodos mixtos, combinando análisis documental, entrevistas semiestructuradas y encuestas estructuradas (n=210), además de aplicar técnicas de minería de textos asistida por inteligencia artificial. Los resultados muestran que el 72% de las organizaciones que incorporaron plataformas inteligentes mejoraron un 30% su eficiencia operativa, redujeron un 25% los costos energéticos y disminuyeron en un 20% su huella de carbono. Asimismo, se evidenció una mejora del 35% en la coherencia estratégica gracias a la integración semántica. Sin embargo, persisten barreras como la falta de estrategias claras (58%) y la resistencia cultural (46%). Se concluye que una transformación

digital sostenible exige integrar marcos semánticos, tecnológicos y culturales que potencien la innovación y la resiliencia organizacional.

Palabras clave: gestión de recursos, inteligencia artificial, sostenibilidad organizacional, tecnologías emergentes, transformación digital.

ABSTRACT

Digital transformation has established itself as a structural process that redefines organizational dynamics through the incorporation of emerging technologies, artificial intelligence, and semantic analysis systems. This study examines the semantic dimensions of digital transformation in 25 organizations in Europe and Latin America, with a focus on resource management and sustainability. It was hypothesized that the integration of semantic analysis into innovation processes facilitates the alignment between technological objectives and sustainability goals. The research adopted a mixed-methods design, combining documentary analysis, semi-structured interviews, and structured surveys (n=210), in addition to applying artificial intelligence-assisted text mining techniques. The results show that 72% of organizations that incorporated intelligent platforms improved their operational efficiency by 30%, reduced energy costs by 25%, and decreased their carbon footprint by 20%. Furthermore, a 35% improvement in strategic coherence was evident thanks to semantic integration. However, barriers such as a lack of clear strategies (58%) and cultural resistance (46%) persist. The conclusion is that a sustainable digital transformation requires integrating semantic, technological, and cultural frameworks that enhance organizational innovation and resilience.

Keywords: resource management, artificial intelligence, organizational sustainability, emerging technologies, digital transformation.

1. INTRODUCCION

La transformación digital constituye un fenómeno estructural que redefine la forma en que las organizaciones gestionan recursos, procesos y estrategias de innovación, al potenciarlo mediante la convergencia de tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data y análisis semántico, constituye ahora no solo un mecanismo de eficiencia técnica sino ahora trasciende como un componente central de la sostenibilidad organizacional y urbana. En este sentido, la digitalización no solo transforma los modelos de negocio, sino que reconfigura el papel de las instituciones frente a desafíos globales como el cambio climático, la escasez de recursos y la creciente presión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por Naciones Unidas (Lopez & Gummesson, 2021). Respecto a la relevancia del presente estudio se enfoca en explorar desde la incorporación del análisis semántico en los procesos de transformación digital y como articula objetivos tecnológicos con metas ambientales y sociales, generando un impacto directo en la resiliencia organizacional y en la calidad de vida urbana. A medida que el crecimiento poblacional y la urbanización acelerada intensifican la presión sobre los ecosistemas y la infraestructura urbana, resulta fundamental comprender cómo las empresas y ciudades pueden aprovechar innovaciones digitales para generar sinergias sostenibles (Hanelt et al., 2021; Susanti et al., 2023).

Respecto al objeto de estudio de esta investigación concierne a las dimensiones semánticas de la transformación digital en organizaciones de Europa y América Latina, con especial énfasis en la gestión de recursos y sostenibilidad. Buscando responder al siguiente planteamiento ¿cómo contribuye el análisis semántico, aplicado a procesos de innovación digital, a fortalecer la sostenibilidad organizacional y la coherencia estratégica?, entendiendo que la integración de herramientas semánticas facilita la alineación entre objetivos tecnológicos y metas sostenibles, incrementando la resiliencia y el desempeño ambiental como la hipótesis planteada en la presente investigación. Concerniente a los objetivos pueden definirse como: identificar el grado de adopción de tecnologías emergentes en diferentes sectores, evaluar el impacto del análisis

semántico en la eficiencia y sostenibilidad de procesos, caracterizar barreras y oportunidades de implementación, y proponer lineamientos estratégicos replicables. En función de los anterior, este trabajo busca aportar a la discusión contemporánea sobre digitalización sostenible para ofrecer un modelo analítico que puede orientar tanto a empresas como a administraciones urbanas hacia la construcción de entornos más resilientes, equitativos y sostenibles (Cai et al., 2022; Ghosh, 2022; Liu, 2023).

2. MARCO CONCEPTUAL

El presente apartado consta de tres ejes: 1. la transformación digital, 2. el análisis semántico y 3. la sostenibilidad organizacional. La transformación digital se entiende como un proceso integral que incorpora tecnologías en todos los ámbitos organizacionales, superando la simple digitalización y generando ecosistemas adaptativos y resilientes (Verhoef et al., 2021). Este proceso implica innovación tecnológica y redefinición cultural, vinculando objetivos económicos con metas ambientales y sociales (Susanti et al., 2023). Westerman et al. (2014) destacan a la tecnología como motor estructural del cambio, mientras que Verhoef et al. (2021) subrayan la necesidad de enfoques multidisciplinarios. En este marco, el análisis semántico facilita la gestión de grandes volúmenes de información, optimiza la coherencia estratégica y fortalece la sostenibilidad (Cai et al., 2022). Matt et al. (2015) resaltan su papel en estrategias digitales y Li y Zhang (2025) muestran efectos positivos en desempeño sostenible. La sostenibilidad organizacional articula la creación de valor económico con reducción de impactos ambientales y beneficios sociales (Ghosh, 2022; ElMassah & Mohieldin, 2020). La literatura evidencia tensiones entre digitalización y sostenibilidad (Mainali et al., 2018), brechas en economías emergentes (Díaz-Arancibia et al., 2024) y el rol mediador de la innovación en países en desarrollo (Merín-Rodríguez et al., 2024). En conjunto, la transformación digital, cuando integra análisis semántico, se perfila como catalizador de resiliencia y sostenibilidad organizacional.

Respecto a la tabla 1, constituye un análisis comparativo de la literatura más relevante sobre la relación entre transformación digital, análisis semántico y sostenibilidad. Esta tabla organiza las contribuciones principales de diversos autores y permite visualizar cómo el debate académico ha transitado desde enfoques tecnológicos hasta aproximaciones que vinculan la economía circular con la transformación digital (Arroyabe et al., 2024).

Tabla 1.

Revisión de la literatura por autores en función de la contribución desarrollada.

Autor	Contribución Principal
Westerman et al. (2014)	La tecnología como motor estructural del cambio organizacional
Verhoef et al. (2021)	Necesidad de enfoques multidisciplinarios en la transformación digital.
Li y Zhang (2025)	Efecto de las tecnologías digitales en el desempeño sostenible.
Mainali et al. (2018)	Sinergias y conflictos entre digitalización y sostenibilidad
Matt et al. (2015)	Relevancia de la semántica en las estrategias digitales
Merín-Rodríguez et al. (2024)	Papel mediador de la innovación en los modelos de negocio en los países en desarrollo
Díaz-Arancibia et al. (2024)	Brechas de sostenibilidad digital en las economías emergentes
Arroyabe et al. (2024)	Vincular la economía circular y la transformación digital

Nota: elaboración propia con base en los autores citados que impactan directamente en el artículo presentado.

La integración de este cuerpo teórico confirma que la transformación digital, mediante la incorporación de marcos semánticos, convirtiéndolo en catalizador de sostenibilidad y resiliencia

organizacional. Aportando a las organizaciones no solo optimización de recursos y procesos, sino que también se posicionan como actores clave en la transición hacia modelos más equitativos, sostenibles y competitivos en contextos urbanos y globales.

3. MATERIALES Y METODO

La presente investigación es aplicada y de campo, lo anterior debido a la combinación de un análisis documental con estudios empíricos en organizaciones de Europa y América Latina. Su diseño fue mixto, cualitativo y cuantitativo secuencial. Respecto al alcance fue exploratorio, descriptivo y correlacional, pues se caracterizaron procesos digitales, se evaluó el impacto del análisis semántico y se establecieron correlaciones entre innovación tecnológica y sostenibilidad. Respecto a la muestra y tamaño muestral: el estudio incluyó 25 organizaciones de los sectores construcción, energía y servicios urbanos, en donde se aplicaron encuestas estructuradas a 210 participantes (directivos, responsables de innovación y personal técnico), entrevistas semiestructuradas a 32 actores clave y análisis documental de informes corporativos.

Flujo y Fases desarrolladas:

1. Análisis documental: revisión de informes de sostenibilidad y reportes técnicos de los últimos cinco años.
2. Encuestas estructuradas: aplicación a responsables de procesos digitales para medir impacto en eficiencia y sostenibilidad.
3. Entrevistas semiestructuradas: dirigidas a directivos y líderes de innovación para explorar percepciones y barreras.
4. Minería de textos y análisis semántico: procesamiento de 1.200 documentos mediante herramientas de inteligencia artificial para identificar patrones de coherencia estratégica y relación con metas de sostenibilidad.
5. Instrumentos: cuestionarios digitales, software de análisis semántico, bases de datos oficiales (Eurostat, CEPAL) y matrices comparativas de desempeño.
6. Tratamiento de la información: se empleó análisis estadístico descriptivo, pruebas de correlación de Pearson para identificar relaciones entre variables y análisis de contenido temático en el caso cualitativo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados evidencian que el 72 % de las organizaciones que adoptaron plataformas digitales con análisis semántico mejoraron su eficiencia operativa en un 30 % respecto a sus indicadores previos. Asimismo, el 65 % de estas entidades reportaron una reducción del 25 % en costos energéticos, vinculada a la optimización de procesos y a la automatización inteligente de tareas. En términos de sostenibilidad, el 58 % de las organizaciones registraron una disminución de su huella de carbono en torno al 20 %, especialmente en sectores intensivos en consumo energético. Por otro lado, las entrevistas mostraron que la coherencia estratégica se incrementó en un 35 % cuando se aplicaron herramientas semánticas, al permitir una mejor alineación entre objetivos tecnológicos, ambientales y sociales. Sin embargo, persisten desafíos significativos: el 58 % de las empresas señaló la ausencia de estrategias claras de digitalización como la principal barrera, mientras que un 46 % identificó la resistencia cultural como obstáculo crítico para la

implementación de innovaciones. Estos resultados coinciden con estudios recientes que destacan la importancia de una gestión del cambio integral para superar limitaciones (Hess et al., 2016; Liu, 2023). Entendiendo así, que la integración de marcos semánticos en los procesos de innovación digital no solo mejora la eficiencia técnica, sino que también genera impactos positivos en la sostenibilidad organizacional. En el ámbito urbano, estas herramientas pueden aplicarse para gestionar datos ambientales, planificar infraestructuras sostenibles y fomentar la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos validan la hipótesis inicial al confirmar que la incorporación de análisis semántico en la transformación digital incrementa la eficiencia, mejora la sostenibilidad y fortalece la coherencia estratégica de las organizaciones. Así mismo, la experiencia demuestra que las empresas que integran estas herramientas logran reducir costos, optimizar recursos y posicionarse como actores clave en la transición hacia economías sostenibles. No obstante, persisten retos vinculados con la falta de estrategias de digitalización y la resistencia cultural, que requieren políticas institucionales más claras, programas de capacitación y mecanismos de financiamiento. El modelo propuesto es escalable y replicable en distintos contextos organizacionales, siempre que exista voluntad política y compromiso institucional. Finalmente, la transformación digital sostenible exige un enfoque que combine marcos tecnológicos, semánticos y culturales para potenciar la innovación y la resiliencia organizacional. Este proceso se configura como una oportunidad estratégica para alinear la gestión empresarial con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y contribuir a la construcción de sociedades más equitativas y resilientes.

REFERENCIAS

- Arroyabe, M. F., López, S., & García, J. (2024). Circular economy and digital transformation: Integrating business models for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 420, 138451. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.138451>
- Cai, Y., Zhang, X., & Yu, J. (2022). Semantic analysis and AI in organizational innovation: A systematic review. *Journal of Business Research*, 144, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.034>
- Díaz-Arancibia, C., Martínez, F., & Salgado, R. (2024). Digital sustainability gaps in emerging economies: Challenges and perspectives. *Sustainability*, 16(3), 1123. <https://doi.org/10.3390/su16031123>
- ElMassah, S., & Mohieldin, M. (2020). Digital transformation and localizing the Sustainable Development Goals (SDGs). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 38. <https://doi.org/10.3390/joitmc6020038>
- Ghosh, S. (2022). Digital transformation and sustainable development in architecture and urbanism. *Cities*, 123, 103555. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103555>
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of Management Studies*, 58(5), 1159–1197. <https://doi.org/10.1111/joms.12639>

- Hess, T., Matt, C., Benlian, A., & Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123–139.
- Li, Z., & Zhang, H. (2025). Digital technologies and sustainable performance: Evidence from organizational practices. *Journal of Sustainable Business*, 10(1), 45–61. <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2025.01.004>
- Liu, Y. (2023). Overcoming cultural resistance in digital transformation: Lessons from case studies. *Technology in Society*, 72, 102163. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102163>
- Lopez, C., & Gummesson, E. (2021). Digitalization, sustainability, and transformative service research. *Journal of Services Marketing*, 35(1), 1–12. <https://doi.org/10.1108/JSM-12-2019-0485>
- Mainali, B., Luukkanen, J., Silveira, S., & Kaivo-oja, J. (2018). Synergies and trade-offs between sustainable development and digitalization. *Sustainability*, 10(9), 3344. <https://doi.org/10.3390/su10093344>
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- Merín-Rodríguez, J., Castillo, D., & Herrera, L. (2024). Innovation as a mediator in digital business models for developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 198, 122489. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.122489>
- Susanti, D., Handayani, P. W., & Azzahro, F. (2023). Digital transformation and sustainable performance: The mediating role of green innovation. *Sustainability*, 15(2), 1259. <https://doi.org/10.3390/su15021259>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-45>

FACTORES DETERMINANTES DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA EN MÉXICO

Martínez Cota, Magdiel Santiago

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
scota@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1919-3689>

Aguilera Fernández, Albany

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
albany.aguilera@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5506-2901>

Amarillas Urbina, Víctor Acxel

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
acxel.amarillas@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0569-422X>

RESUMEN

En un contexto de incertidumbre económica global y vulnerabilidad estructural de los hogares mexicanos, la resiliencia económica se ha convertido en un componente esencial para preservar el bienestar económico. Esta resiliencia puede entenderse como la capacidad de los individuos para reducir el impacto de las crisis financieras en los ingresos y gastos, derivadas de situaciones adversas como pérdida de empleo, emergencias de salud, desastres naturales, crimen y violencia o crisis inflacionarias. Este estudio analiza el efecto de la educación financiera sobre la resiliencia económica de los hogares mexicanos, utilizando datos de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024. Para ello, se construyó un índice de resiliencia económica con base en cuatro dimensiones: tenencia de ahorro formal, uso de seguros, endeudamiento responsable y planificación financiera. Este índice, normalizado en una escala de 0 a 100, se emplea como variable dependiente en un modelo de regresión lineal múltiple. La variable independiente principal es el nivel de educación financiera, acompañado de controles como ingreso, género, escolaridad, tipo de localidad y empleo. Los principales resultados muestran que la educación financiera ejerce un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la resiliencia económica, incluso al controlar por factores estructurales. De manera destacada, se observan efectos diferenciados por género y territorio: las mujeres, pese a presentar en promedio menor resiliencia, son quienes más se benefician de mayores niveles de conocimiento financiero, mientras que las poblaciones urbanas mantienen ventajas sobre las rurales.

Palabras clave: educación financiera, inclusión financiera, México, resiliencia financiera.

ABSTRACT

In a context of global economic uncertainty and the structural vulnerability of Mexican households, economic resilience has become an essential component for preserving economic well-being. This resilience can be understood as the ability of individuals to reduce the impact of financial shocks on income and expenses, resulting from adverse situations such as job loss, health emergencies, natural disasters, crime and violence, or inflationary crises. This study analyzes the

effect of financial education on the economic resilience of Mexican households, using data from the 2024 National Survey on Financial Inclusion (ENIF). To this end, an economic resilience index was constructed based on four dimensions: formal savings, insurance use, responsible debt, and financial planning. This index, normalized on a scale of 0 to 100, is used as the dependent variable in a multiple linear regression model. The main independent variable is the level of financial literacy, accompanied by controls such as income, gender, education, type of locality, and employment. The main results show that financial literacy has a positive and statistically significant effect on economic resilience, even when controlling structural factors. Notably, differentiated effects are observed by gender and region: women, despite having lower average resilience, are those who benefit most from higher levels of financial knowledge, while urban populations maintain advantages over rural populations.

Keywords: financial education, financial inclusion, Mexico, financial resilience.

1. INTRODUCCIÓN

México ha enfrentado diversos eventos adversos de carácter económico, social y ambiental que han puesto en evidencia la limitada capacidad de las familias para enfrentar choques adversos y cumplir con sus obligaciones financieras (Díaz et al., 2023). Por ejemplo, la pandemia de COVID-19, provocó una contracción económica, un aumento significativo de la pobreza laboral y la pérdida de millones de empleos, evidenciando la fragilidad de las instituciones de protección social (CONEVAL, 2021). A ello se suman los persistentes incrementos inflacionarios, que afectan el poder adquisitivo de los hogares, la elevada informalidad laboral (aproximadamente 55% de la población ocupada en el primer trimestre de 2024) que deja a un gran segmento de la población sin acceso a prestaciones y seguridad social, y los desastres naturales recurrentes que causan pérdidas económicas significativas.

Ante este panorama, la resiliencia económica, entendida como la capacidad de anticipar, resistir y recuperarse de estos choques sin comprometer la estabilidad futura (Demirguc-Kunt et al., 2022), ha adquirido una relevancia central como elemento clave para preservar el bienestar de los hogares. La ausencia de esta capacidad puede traducirse en una mayor exposición a la pobreza, sobreendeudamiento y pérdida de la movilidad social (Moore et al., 2019).

Sin embargo, la educación financiera, un factor clave para lograr dicha resiliencia, muestra rezagos importantes en el país. De acuerdo con la ENIF, sólo el 66% de los adultos en México poseía un nivel adecuado de conocimientos financieros en 2018, porcentaje que disminuyó a 65% en 2024 (CNBV, 2025). Este rezago limita la capacidad de los individuos para gestionar ingresos, planificar gastos, ahorrar e invertir, exponiéndolos a riesgos de endeudamiento y pobreza (CONAIF & CEF, 2020). En este contexto, comprender el papel de la educación financiera en el fortalecimiento de la resiliencia económica representa una herramienta clave para el diseño de políticas públicas orientadas a la inclusión y protección social (Kass-Hanna et al., 2022).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación consiste en analizar el impacto de la educación financiera sobre la resiliencia económica de los hogares mexicanos, en 2024. Para ello, se establece como hipótesis principal que existe una relación positiva y significativa entre ambas variables. A partir de datos procedentes de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024, se elaboró un índice de resiliencia económica como variable dependiente de un modelo de regresión lineal múltiple. En este modelo, se incluyeron como variables independientes la educación financiera y otras variables de control, como ingreso, género, escolaridad, localidad y tipo de empleo.

Los principales resultados muestran que, la educación financiera incrementa la resiliencia económica de los hogares mexicanos, incluso al controlar por variables estructurales como ingreso, escolaridad y tipo de empleo. De forma destacada, se observan efectos diferenciados por género y localidad.

2. MARCO CONCEPTUAL

La educación financiera se entiende como el proceso mediante el cual los individuos adquieren conocimientos, habilidades y confianza para tomar decisiones informadas sobre el uso de productos y recursos financieros (CONAIF & CEF, 2020). Autores como Lusardi & Mitchell (2011) argumentan que, un mayor conocimiento financiero se asocia positivamente con comportamientos financieros prudentes, como el ahorro para la jubilación, el uso responsable del crédito y la planificación a largo plazo.

Por su parte, la resiliencia económica se define como la capacidad de los individuos para resistir, adaptarse y recuperarse de choques adversos sin comprometer su bienestar futuro (Hallegatte, 2014; Ansah et al., 2019). Esta capacidad se manifiesta en la habilidad para mantener un nivel de vida adecuado y evitar caer en la pobreza o el endeudamiento insostenible, frente a eventos imprevistos como la pérdida de empleo, crisis de salud, desastres naturales o shocks inflacionarios. Demirguc-Kunt et al. (2022) enfatizan que, la resiliencia se construye a través de la acumulación de activos financieros (ahorro), el acceso a mecanismos de mitigación de riesgos (seguros), la gestión prudente de la deuda, el compartir los riesgos entre hogares a través de la protección social y una adecuada planificación financiera a largo plazo.

Según la OECD (2020), una población financieramente educada es más capaz de prepararse para imprevistos, accede mejor a mecanismos de protección y presenta mayor estabilidad ante crisis. La evidencia empírica (Hassan et al., 2025) también sugiere que la educación financiera reduce los efectos negativos de las crisis económicas sobre los hogares más vulnerables.

La relación entre educación financiera y resiliencia económica puede ser analizada desde diversas perspectivas teóricas. Desde la teoría del ciclo de vida (Modigliani y Brumberg, 2013), se postula que los individuos planifican su consumo y ahorro a lo largo de toda su vida para maximizar su utilidad intertemporal. Desde esta perspectiva, una mayor educación financiera permitiría a los individuos tomar decisiones más informadas sobre el ahorro y la inversión, optimizando su acumulación de riqueza y su capacidad para enfrentar contingencias en diferentes etapas de su vida.

Diversos estudios han demostrado que la educación financiera fortalece la resiliencia frente a crisis. Klapper et al., (2015) mostraron en un análisis global que un mayor conocimiento financiero reduce la probabilidad de sobreendeudamiento y facilita la respuesta a emergencias económicas. Durante la pandemia de COVID-19, Yang & Huang (2020) evidenciaron en países asiáticos que niveles más altos de educación financiera se tradujeron en una menor caída de ingresos y una recuperación más rápida. Asimismo, Ramakrishnan (2011) en India encontraron que la educación financiera aumentaba la participación en mercados formales y mejoraba la gestión de la deuda.

En el caso de México, la literatura es más escasa. En Ruiz et al. (2025) se ha advertido que la falta de conocimientos financieros se vincula con sobreendeudamiento, uso de mecanismos informales de ahorro y mayor vulnerabilidad frente a choques. Sin embargo, pocos estudios han medido directamente la relación entre educación financiera y resiliencia económica ante crisis, lo que constituye un vacío que esta investigación busca llenar.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basa en el análisis de microdatos procedentes de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en conjunto con la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

Se construyó un índice multidimensional de resiliencia económica con base en cuatro dimensiones identificadas en la literatura:

1. Tenencia de ahorro formal: posesión de al menos un instrumento de ahorro en instituciones reguladas.
2. Uso de seguros: cobertura en seguros de salud, vida, vivienda o automóvil.

3. Endeudamiento responsable: comportamiento crediticio positivo (no haber incurrido en mora y cumplir pagos oportunos).
4. Planificación financiera: elaboración de presupuestos, establecimiento de metas de ahorro y búsqueda de asesoría financiera independiente.

Cada dimensión se codificó como variable dicotómica (1 = presencia, 0 = ausencia). La suma se normalizó en una escala de 0 a 100, con mayores valores indicando mayor resiliencia económica. El nivel de educación financiera se construyó a partir de la metodología propuesta por la SHCP y CNBV (2019), que evalúa conocimientos en: valor del dinero en el tiempo, cálculo de interés simple y compuesto, inflación, diversificación y relación riesgo-retorno. El puntaje máximo (7) se estandarizó a una escala de 0 a 100 para facilitar comparaciones.

Se incluyeron además, factores sociodemográficos y económicos que la literatura reconoce como determinantes de la resiliencia:

- Ingreso mensual del hogar: medido por el ingreso mensual en pesos mexicanos.
- Sexo: Variable dicotómica (1=hombre, 0=mujer).
- Edad: Años cumplidos.
- Escolaridad: Años de estudio.
- Localidad: Variable dicotómica (1=urbana, 0= rural).
- Tipo de empleo: Variable dicotómica (1 = empleo formal, 0 = empleo informal).

Para estimar el impacto de la educación financiera sobre la resiliencia económica se empleó un modelo de regresión lineal múltiple (MCO). La especificación general del modelo es:

$$Resiliencia_i = \beta_0 + \beta_1 EduFin_i + \beta_2 Ingreso_i + \beta_3 Edad_i + \beta_4 Escolaridad_i + \beta_5 Sexo_i + \beta_6 Localidad_i + \beta_7 Empleo_i + \varepsilon_i \quad [1]$$

donde:

- $Resiliencia_i$: es el índice de resiliencia económica del individuo i .
- $EduFin_i$: es el índice de educación financiera del individuo i .
- Las variables $Edad$, $Escolaridad$, $Sexo$, $Localidad$ y $Empleo$ son los controles.
- ε_i : es el término de error aleatorio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1.

Análisis de regresión lineal múltiple

Variable Independiente	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico
Educación financiera (índice)	0.0827 ***	0.0117	7.04
Ingreso	0.0004 ***	0.00002	18.96
Escolaridad (Años)	1.4788 ***	0.0578	25.57
Localidad urbana	1.3306 ***	0.464	2.87
Empleo formal	16.5326 ***	0.4469	36.99
Sexo	-1.1461 ***	0.4195	-2.73
Constante	8.7096 ***	0.8411	10.35

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024.

Notas: *** $p < 0.01$

El modelo econométrico de regresión lineal múltiple (Tabla 1) corrobora estadísticamente la relación entre resiliencia económica y educación financiera. El coeficiente estimado para la educación financiera es positivo (0.0827) y altamente significativo ($p < 0.01$), lo que implica que por cada punto adicional en el índice de educación financiera, el índice de resiliencia económica

aumenta en promedio 0.08 puntos. Entre las variables de control, todas resultaron significativas y con los signos esperados.

5. CONCLUSIONES

Este estudio confirma que la resiliencia económica no puede entenderse únicamente como una capacidad individual, sino como un objetivo colectivo que requiere de políticas activas de inclusión financiera, educación y formalización laboral. Promover la educación financiera en México no solo contribuye a mejorar la estabilidad de los hogares, sino que también fortalece el tejido social, fomenta la movilidad económica y sienta las bases para un desarrollo sostenible e inclusivo frente a las crisis recurrentes.

REFERENCIAS

- Ansah, I. G. K., Gardebroek, C., & Ihle, R. (2019). Resilience and household food security: a review of concepts, methodological approaches and empirical evidence. *Food Security*, 11(6), 1187-1203.
- CNBV [Comisión Nacional Bancaria y de Valores] (2025). Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024: Reporte de resultados. https://www.cnbv.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Anexos%20Inclusin%20Financiera/Reporte_ENIF2024.pdf
- CONAIF [Consejo Nacional de Inclusión Financiera] y CEF [Comité de Educación Financiera]. (2020). Política Nacional de Inclusión Financiera (PNIF): 2020-2024. <https://pnif.cnbv.gob.mx/revista/?id=7#newsletter/>
- CONEVAL [Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social]. (2021). *Medición de la pobreza en los municipios de México 2020*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/2020/Presentacion_Pobreza_Municipal_2020.pdf
- Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., Ansar, S. (2022). *The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19*. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099818107072234182>
- Díaz, D., Di Giannatale, S., & Rojas, I. (2023). Financial Vulnerability and Financial Instruments: Evidence from Mexico. *Sobre México Temas de Economía*, 1(8). <https://doi.org/10.48102/rsm.v1i8.133>.
- Hallegatte, S. (2014). Economic resilience. Definition and measurement. Policy Research Working Paper No. 6852. <http://hdl.handle.net/10986/18341>
- Hassan, R. U., Shair, W., Asim, M., & Ahmad, S. (2025). Unequal Resilience: Exploring the Determinants of Financial Resilience in South Asia. *Journal of Economic Impact*, 7(2), 135-145.
- Kass-Hanna, J., Lyons, A. C., & Liu, F. (2022). Building financial resilience through financial and digital literacy in South Asia and Sub-Saharan Africa. *Emerging Markets Review*, 51, 100846.
- Klapper, L., Lusardi, A., & van Oudheusden, P. (2015). *Financial Literacy Around the World: Insights from the Standard & Poor's Ratings Services Global Financial Literacy Survey*. World Bank.
- Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2011). *Financial literacy and planning: Implications for retirement wellbeing* (No. w17078). National Bureau of Economic Research.
- Modigliani, F., & Brumberg, R. (2013). Utility Analysis and the Consumption Function: An Interpretation of Cross-Section Data 1. In *Post-keynesian economics*, 388-436. Routledge.
- Moore, D., Rouse, R. & Kramer, B. (2019). *Building resilience through financial inclusion. A review of existing evidence and knowledge gaps*. Financial Inclusion Program, Innovatios for

- Poverty Action. <https://poverty-action.org/sites/default/files/publications/Building-Resilience-through-Financial-Inclusion-English.pdf>
- OECD. (2020). *OECD/INFE 2020 International Survey of Adult Financial Literacy*. www.oecd.org/financial/education/launchoftheoecdinfeglobalfinancialliteracysurveyreport.htm
- Ramakrishnan, D. (2011). Financial literacy-the demand side of financial inclusion. *Available at SSRN 1958417*.
- Ruiz, B., Durán, M., & Buendía, E. (2025). Análisis y evolución de la política de inclusión financiera en México: 2012-2021. *Análisis económico*, 40(103), 27-51.
- SHCP [Secretaría de Hacienda y Crédito Público] y CNBV [Comisión Nacional Bancaria y de Valores]. (2019). *Alfabetización financiera en México*. Ciudad de México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- Yang, J., Wu, Y. & Huang, B. (2020). Digital Finance and Financial Literacy: An Empirical Investigation of Chinese Households. *ADB Working Paper 1209*. Tokyo: Asian Development Bank Institute. Available: <https://www.adb.org/publications/digital-financefinancial-literacy-empirical-investigation-chinese-households>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-46>

RELACIÓN ENTRE ALFABETIZACIÓN FINANCIERA E INGRESO: EVIDENCIA PARA MÉXICO

Araujo Hinojos, Jesús Omar

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
jaraujo@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4979-5336>

Aguilera Fernández, Albany

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
albany.aguilera@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5506-2901>

Sánchez Alcalde, Luis Amado

Facultad de Economía y Mercadotecnia, Universidad Autónoma de Coahuila
Torreón, Coahuila, México
sanchez.amado@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7501-4421>

RESUMEN

La alfabetización financiera se ha consolidado como un componente esencial del capital humano, al influir en la capacidad de las personas para planificar, ahorrar, invertir y administrar sus recursos. En México, donde persisten desigualdades socioeconómicas y un acceso limitado a servicios financieros formales en ciertos sectores, el conocimiento financiero se convierte en una herramienta clave para la movilidad económica y la inclusión social. El objetivo de este estudio es analizar el papel de la alfabetización financiera como determinante del ingreso mensual, utilizando datos de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2024. Para ello se construyó un índice de alfabetización financiera que integra los subíndices de conocimientos, comportamientos y actitudes, siguiendo la metodología de la OCDE y la Red Internacional de Educación Financiera (INFE). Posteriormente, se estimó un modelo de regresión múltiple en el que el ingreso constituye la variable dependiente, controlando por edad, género, escolaridad, empleo y tamaño de localidad. Los resultados confirman una relación positiva y estadísticamente significativa entre alfabetización financiera e ingreso, siendo género y empleo las variables con mayor peso en la explicación del ingreso, seguidas por la localidad. Estos hallazgos sugieren que el fortalecimiento de la educación financiera puede incidir directamente en la reducción de desigualdades, siempre que las políticas públicas consideren las brechas entre zonas urbanas y rurales, así como las diferencias de género. Se concluye que el diseño de estrategias focalizadas de educación financiera constituye un mecanismo viable para impulsar el bienestar económico y promover una mayor inclusión en México.

Palabras clave: alfabetización financiera; inclusión financiera; ingreso; capital humano; México.

ABSTRACT

Financial literacy has consolidated as an essential component of human capital, influencing individuals' ability to plan, save, invest, and manage their resources. In Mexico, where socioeconomic inequalities persist and access to formal financial services remains limited in certain sectors, financial knowledge becomes a key tool for economic mobility and social

inclusion. The aim of this study is to analyze the role of financial literacy as a determinant of monthly income, using data from the 2024 National Survey of Financial Inclusion. A financial literacy index was constructed, integrating the sub-indices of knowledge, behaviors, and attitudes, following the methodology of the OECD and the International Network on Financial Education (INFE). A multiple regression model was then estimated, in which income was the main dependent variable, controlling for age, gender, education, employment, and locality size. The results confirm a positive and statistically significant relationship between financial literacy and income, with gender and employment being the variables with the greatest weight in explaining income, followed by locality. These findings suggest that strengthening financial education can directly contribute to reducing inequalities, provided that public policies address the gaps between urban and rural areas, as well as gender differences. It is concluded that designing targeted financial education strategies constitutes a viable mechanism to enhance economic well-being and promote greater inclusion in Mexico.

Keywords: financial literacy; financial inclusion; income; human capital; Mexico.

1. INTRODUCCIÓN

La alfabetización financiera ha adquirido una importancia creciente en la agenda internacional de desarrollo económico y en el diseño de políticas públicas, dado que se asocia con mayores niveles de bienestar económico, movilidad social e inclusión financiera (García et al., 2024). Este concepto se define como “la combinación de conocimientos, habilidades, actitudes y comportamientos que permiten a los individuos tomar decisiones financieras sólidas y gestionar adecuadamente sus recursos para alcanzar el bienestar económico” (CONAIF y CEF, 2020: 12). La literatura económica ha demostrado que una mayor alfabetización financiera se traduce en mejores prácticas de presupuestación, ahorro, inversión y endeudamiento responsable (Lusardi & Messy, 2023).

En el caso de México, la relevancia de este tema es aún mayor debido a la persistencia de desigualdades socioeconómicas, bajos niveles de inclusión financiera en zonas rurales y brechas significativas en el conocimiento financiero entre regiones, estratos de ingreso y niveles educativos (Dewi, 2022). Aunque en los últimos años se han implementado estrategias nacionales de inclusión y educación financiera, los avances han sido desiguales y todavía existe una proporción importante de la población que carece de las herramientas básicas para interactuar eficazmente con el sistema financiero.

Ante este contexto, surge la necesidad de responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué medida la alfabetización financiera incide en el ingreso mensual de la población en México? ¿Existen diferencias significativas en esta relación según factores sociodemográficos y regionales? La hipótesis central plantea que un mayor nivel de alfabetización financiera está positivamente correlacionado con el ingreso mensual individual, aunque dicho efecto puede variar en función de características como el nivel educativo, la condición laboral, el tamaño de localidad y la región de residencia.

El presente estudio utiliza microdatos de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024, que permiten construir un índice de alfabetización financiera siguiendo la metodología de la Red Internacional para la Educación Financiera (INFE, por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (OCDE, 2022). Con base en esta información, se estima un modelo de regresión múltiple que analiza la relación entre alfabetización financiera e ingreso, controlando por variables sociodemográficas y regionales.

Los principales resultados muestran que un mayor nivel de alfabetización financiera impacta de manera positiva y significativa en el ingreso, aunque persisten desigualdades de género, escolaridad, formalidad laboral y localidad. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que la alfabetización financiera constituye un activo intangible clave para la movilidad económica y el

bienestar, lo que sugiere la necesidad de políticas públicas focalizadas en sectores vulnerables y con un enfoque regional que promuevan una inclusión financiera sostenible en México.

2. MARCO CONCEPTUAL

En los últimos años, los conceptos de inclusión financiera, educación financiera y alfabetización financiera han adquirido gran relevancia en el análisis económico y en las políticas públicas. Aunque relacionados, no son equivalentes y conviene diferenciarlos. La inclusión financiera se define en México como “el acceso y uso de servicios financieros formales bajo una regulación apropiada que garantice esquemas de protección al consumidor y promueva la educación financiera para mejorar las capacidades de todos los segmentos de la población” (CONAIF y CEF, 2020: 12).

La educación financiera, por su parte, es el proceso mediante el cual los individuos desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes para administrar mejor sus recursos, comprender los productos y servicios del sistema financiero y tomar decisiones responsables sobre ahorro, crédito, inversión y previsión (CONAIF y CEF, 2020).

Finalmente, la alfabetización financiera constituye el resultado de dicho proceso, es decir, el nivel alcanzado de conocimientos, habilidades y comportamientos necesarios para la toma de decisiones económicas responsables y el logro del bienestar financiero (SHCP y CNBV, 2019). De este modo, la educación genera aprendizaje, la alfabetización refleja el nivel adquirido y la inclusión mide el acceso y uso efectivo de los servicios financieros.

En este marco, el Plan Nacional de Inclusión Financiera (PNIF) reconoce que la alfabetización financiera es un componente central de la salud financiera, entendida como la capacidad de manejar los gastos cotidianos, enfrentar contingencias, lograr metas de mediano y largo plazo y aprovechar oportunidades de movilidad económica (CONAIF y CEF, 2020).

Autores como Tejas y Suresh (2024) y Vyas et al. (2023) sostienen que la alfabetización financiera incide no solo en la eficiencia en el uso de los servicios financieros, sino también en la capacidad de tomar decisiones informadas en el ámbito laboral, de consumo y de inversión, lo que se traduce en mayores ingresos disponibles y resiliencia económica.

En Indonesia, Wahyuni (2024) mostró que tanto el ingreso como la alfabetización financiera influyen en la gestión financiera personal de estudiantes universitarios con experiencia laboral. Putri et al. (2024), por su parte, confirmaron que la alfabetización financiera impacta directamente en las decisiones de gasto e inversión de jóvenes universitarios.

En el caso de México, Mungaray et al. (2021) demostraron, a través de un modelo econométrico, que un incremento en el índice de educación financiera se traduce en un aumento del ingreso mensual promedio. Asimismo, Klapper et al. (2013) señalaron en el contexto de la crisis financiera en Rusia que, los individuos con mayor alfabetización financiera lograron mantener niveles más altos de ingreso disponible y ahorro, lo que confirma su papel como un activo intangible de protección frente a la vulnerabilidad económica.

En suma, la alfabetización financiera puede considerarse un determinante del ingreso al mejorar la eficiencia en la asignación de recursos, reducir la dependencia del endeudamiento informal y facilitar la inserción en mercados financieros más complejos. La literatura internacional y nacional converge en señalar que la alfabetización financiera es un factor multidimensional y determinante del ingreso, aunque su impacto varía según el contexto socioeconómico, educativo y regional. Esta evidencia justifica la necesidad de analizar con datos recientes, cómo se manifiesta esta relación en México y qué diferencias persisten entre regiones y grupos poblacionales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados en este estudio provienen de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en colaboración con la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

El índice de alfabetización financiera se elaboró siguiendo la metodología propuesta por la OCDE (2022) y adaptada a México por el Consejo Nacional de Inclusión Financiera (CONAIF) y el Comité de Educación Financiera (CEF). El índice integra tres subcomponentes:

- *Conocimientos financieros*. Evalúa el grado en que la población entiende conceptos financieros y tiene la capacidad de aplicar habilidades numéricas en un contexto financiero. Implica comprender conceptos como inflación, interés simple y compuesto, diversificación y relación riesgo-rendimiento (CONAIF y CEF, 2020).
- *Comportamientos financieros*. Evalúa tres categorías de comportamiento: control financiero, resiliencia financiera y toma informada de decisiones. El control financiero se refiere a temas como el uso de presupuesto, si se considera hacer una compra antes de realizarla y el pago puntual de deudas. En el caso de la resiliencia financiera se incluye el ahorro activo y si la toma informada de decisiones se efectúa a través de la comparación de productos y servicios financieros (CONAIF y CEF, 2020).
- *Actitudes financieras*. Mide la orientación hacia el futuro, preferencia por el ahorro frente al consumo inmediato y disposición a planificar objetivos financieros de largo plazo (CONAIF y CEF, 2020).

Cada componente se evalúa con un puntaje máximo (7 puntos para conocimientos, 9 para comportamientos y 5 para actitudes), sumando un total de 21 puntos. Posteriormente, el índice se normalizó a una escala de 0 a 100, lo que permite una interpretación intuitiva y comparaciones con otros países que utilizan la misma metodología.

Para estimar la relación entre alfabetización financiera e ingreso mensual individual, se utilizó un modelo de regresión múltiple resuelto por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La especificación general del modelo es:

$$Ingreso_i = \beta_0 + \beta_1 IAF_i + \beta_2 X_i + \varepsilon_i \quad [1]$$

Donde:

- $Ingreso_i$: ingreso mensual reportado por el individuo i .
- IAF_i : índice de alfabetización financiera del individuo i (variable explicativa principal).
- X_i : vector de variables de control sociodemográficas y regionales del individuo i .
- ε_i : término de error aleatorio.

Se incorporaron variables sociodemográficas y contextuales que la literatura identifica como determinantes, tanto del ingreso como de la alfabetización financiera:

- *Edad* (continua, en años).
- *Sexo* (dummy: 1 = hombre, 0 = mujer).
- *Escolaridad* (años de estudio).
- *Empleo* (1= empleo formal, 2=empleo informal).
- *Tamaño de localidad* (1= urbana, 2: rural, según clasificación INEGI).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de evaluar rigurosamente el efecto de la alfabetización financiera sobre el ingreso, se estimó un modelo de regresión múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (Tabla 1). Los resultados muestran que el Índice de Alfabetización Financiera (IAF) tiene un coeficiente positivo y altamente significativo ($\beta = 282.84$; $p < 0.01$), lo que implica que un incremento de una unidad en el IAF se asocia con un aumento promedio de \$282.84 pesos en el ingreso mensual, manteniendo constantes las demás variables. Asimismo, las variables de control presentan los signos esperados.

Cabe señalar que, modelo en su conjunto resulta estadísticamente significativo y confirma la hipótesis planteada: la alfabetización financiera constituye un determinante directo del ingreso en México, incluso después de controlar por variables sociodemográficas y regionales.

Tabla 1

Resultados de regresión lineal múltiple

Variable Independiente	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico
IAF	282.84 ***	0.35	797.91
Edad	67.10 ***	0.07	646
Sexo (Hombre=1)	3411.61 ***	2.02	1683.40
Escolaridad	614.48 ***	0.29	2070.27
Empleo formal	2817.86 ***	2.18	1287.16
Localidad	1658.89 ***	2.24	739.74
Constante	-7385.30 ***	5.97	-1237.04

Fuentes: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2024.

Nota: ***p<0.01

5. CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que la alfabetización financiera constituye un determinante significativo del ingreso mensual en México, consolidándose como un activo intangible del capital humano que favorece la movilidad económica y la resiliencia financiera de los hogares. La construcción de un índice integral de alfabetización, basado en conocimientos, comportamientos y actitudes, permitió identificar que mayores niveles de educación financiera se traducen en mejores resultados económicos individuales, aun después de controlar por variables sociodemográficas y regionales.

REFERENCIAS

- CONAIF [Consejo Nacional de Inclusión Financiera] y CEF [Comité de Educación Financiera]. (2020). *Política Nacional de Inclusión Financiera (PNIF): 2020-2024*. Disponible en: <https://pnif.cnbv.gob.mx/revista/?id=7#newsletter/>
- Dewi, V. (2022). How do demographic and socioeconomic factors affect financial literacy and its variables? *Cogent Business & Management*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2077640>.
- García, J., Cruz, D., & Torres, E. (2024). Determinantes de la alfabetización financiera de los empleadores en México. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 19(1). <https://doi.org/10.21919/remef.v19i1.933>
- Klapper, L., Lusardi, A., & Panos, G. (2013). Financial literacy and its consequences: Evidence from Russia during the financial crisis. *Journal of Banking and Finance*, 37(10): 3904-3923. <https://doi.org/10.1016/J.JBANKFIN.2013.07.014>.
- Lusardi, A., & Messy F. (2023). The importance of financial literacy and its impact on financial wellbeing. *Journal of Financial Literacy and Wellbeing*, 1(1):1-11. <https://doi.org/10.1017/flw.2023.8>.
- Mungaray, A., Gonzalez, N., & Osorio, G. (2021). Educación financiera y su efecto en el ingreso en México. *Problemas del desarrollo*, 52(205), 55-78. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2021.205.69709>
- OECD. (2022). *OECD/INFE Toolkit for Measuring Financial Literacy and Financial Inclusion 2022*. www.oecd.org/financial/education/2022-INFE-Toolkit-Measuring-Finlit-Financial-Inclusion.pdf

- Putri, J., Romli, A., Fatima, F., & Zainuddin, F. (2024). The influence of lifestyle, income and financial literacy on individual financial decision making. *Journal of Tourism Economics and Policy*, 5(1). <https://doi.org/10.38142/jtep.v5i1.1236>.
- SHCP [Secretaría de Hacienda y Crédito Público] y CNBV [Comisión Nacional Bancaria y de Valores]. (2019). *Alfabetización financiera en México*. Ciudad de México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- Tejas, A., & Suresh, A. (2024). Exploring financial literacy: A study of socioeconomic factors. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(2). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.16329>.
- Vyas, A., Ramakanth, H., & Kaur, J. (2023). Financial literacy and how it and affects an individual's financial independence. *Shanlax International Journal of Management*, 10(3): 93–96. <https://doi.org/10.34293/management.v10i3.5871>
- Wahyuni, H. (2024). The Influence of Financial Literacy, Income, and Lifestyle on Personal Financial Management with Self Control as a Moderating Variable. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 12(1), 14–20. <https://doi.org/10.26905/jmdk.v12i1.11692>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-47>

TURISMO INTELIGENTE Y SOSTENIBILIDAD: APORTES DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LA EDUCACIÓN SUPERIOR A LA AGENDA 2030

Hiram Zagnité Gónzaga Quezada

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
go361942@uaeh.edu.mx

Sonia Gayosso Mexia

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
sonia_gayosso8990@uaeh.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5428-872X>

Aide Maricel Carrizal Alonso

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
aide_carrizal8989@uaeh.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-1001>

Cristopher Antonio Muñoz Ibáñez

Tecnológico de Monterrey
cristopher_antonio@tec.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3088-2599>

RESUMEN

Este trabajo analiza cómo la transferencia tecnológica contribuye al turismo inteligente y sostenible en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con énfasis en el papel de la educación superior. La investigación combinó una revisión sistemática de literatura científica (2019–2024) con el análisis comparativo de dos casos representativos: las Islas Baleares y la plataforma Couchsurfing. Los hallazgos se estructuran en tres dimensiones: i) tecnologías verdes, vinculadas a reducciones de entre 15% y 20% en emisiones y consumos; ii) digitalización de experiencias, con alrededor del 45% de empresas turísticas que han incorporado soluciones digitales para gestión operativa e interacción con visitantes; y iii) plataformas colaborativas, que muestran un crecimiento aproximado del 30% anual en participación comunitaria e innovación social. Entre los principales desafíos destacan la brecha digital, los costos de adopción, la disparidad en capacidades institucionales y los dilemas asociados a la privacidad de datos. La discusión conecta estos resultados con los ODS 7, 8, 10, 11, 12 y 13, y resalta la importancia de la educación superior para el desarrollo de competencias, la cooperación intersectorial y la gobernanza de datos. Se concluye que la transferencia tecnológica, cuando se contextualiza con criterios de sostenibilidad y capacidades locales, genera avances tangibles hacia la Agenda 2030 en destinos turísticos.

Palabras clave: educación superior, Objetivos de Desarrollo Sostenible, transferencia tecnológica, turismo inteligente

ABSTRACT

This study examines how technology transfer contributes to smart and sustainable tourism within the framework of the Sustainable Development Goals (SDGs), with a particular emphasis on the

role of higher education. The research combined a systematic literature review (2019–2024) with a comparative analysis of two representative cases: the Balearic Islands and the Couchsurfing platform. Findings are structured into three dimensions: i) green technologies, associated with reductions of 15–20% in emissions and resource consumption; ii) digitalization of experiences, with approximately 45% of tourism companies adopting digital solutions for operational management and visitor interaction; and iii) collaborative platforms, showing nearly 30% annual growth in community participation and social innovation. Key challenges include the digital divide, adoption costs, institutional capacity asymmetries, and data privacy concerns. The discussion links these results to SDGs 7, 8, 10, 11, 12, and 13, highlighting the strategic importance of higher education in building competencies, fostering intersectoral cooperation, and strengthening data governance. It concludes that technology transfer, when integrated with sustainability criteria and local capacities, enables tangible progress toward the 2030 Agenda in tourism destinations.

Keywords: higher education, Sustainable Development Goals, technology transfer, smart tourism

1. INTRODUCCIÓN

El turismo transita una encrucijada en la que la innovación tecnológica y la sostenibilidad deben converger para asegurar su futuro. Aunque ha sido motor de empleo y cohesión cultural, el crecimiento reciente intensificó impactos ambientales y sociales, lo que obliga a reorientar el sector hacia la Agenda 2030. La Organización Mundial del Turismo advierte que el turismo contribuye de manera relevante a las emisiones globales, por lo que urge un giro hacia prácticas responsables (UNWTO, 2017). En paralelo, la Industria 4.0 despliega inteligencia artificial, Internet de las cosas, blockchain y analítica avanzada, tecnologías con potencial para optimizar recursos, mejorar la experiencia de viaje y fortalecer la gobernanza de destinos (Gretzel et al., 2020). Sin embargo, la digitalización por sí misma no garantiza equidad: persisten costos de adopción, brecha digital y dilemas de privacidad que exigen capacidades institucionales y capital humano pertinentes (Tussyadiah, 2020; Lythreath et al., 2021). En este contexto, la educación superior emerge como agente estratégico: forma profesionales, transfiere conocimiento y articula la triple hélice con empresa y gobierno para impulsar innovación con sentido público (Plata, 2024).

Este estudio se propone analizar cómo la transferencia tecnológica vinculada a la formación universitaria puede catalizar un turismo inteligente alineado con los ODS. La pregunta rectora es: ¿de qué manera la educación superior puede potenciar la transferencia tecnológica en turismo para contribuir de forma tangible al cumplimiento de los ODS en la era de la Industria 4.0? La hipótesis sostiene que integrar competencias en innovación digital, sostenibilidad y transferencia de conocimiento es decisivo para lograr destinos más competitivos y equitativos, siempre que exista colaboración intersectorial y marcos de gobernanza adecuados (Heeks, 2008). En consecuencia, los objetivos son: revisar literatura reciente sobre turismo sostenible y transferencia tecnológica, analizar casos representativos y proponer un modelo integrador que conecte educación superior, innovación y desarrollo sostenible.

2. MARCO CONCEPTUAL

El turismo sostenible se entiende como una gestión que pondera de forma conjunta efectos económicos, sociales y ambientales, atendiendo a visitantes, comunidades y ecosistemas; esta definición, asumida por la UNWTO, coloca la sostenibilidad como principio rector de la planificación (UNWTO, 2005). En la práctica, la sostenibilidad exige considerar escalas múltiples y dinámicas territoriales: la articulación de políticas globales con iniciativas locales determina la efectividad de las intervenciones (Ramírez de la O et al., 2013). La literatura subraya, además,

que los avances han sido irregulares y a menudo retóricos si no median arreglos de gobernanza y participación comunitaria (Orozco y Núñez, 2013). De hecho, la inclusión del turismo en la Agenda 2030 reconoce su poder transformador, pero también la necesidad de indicadores comparables y metodologías robustas para evaluar progreso (UNWTO, 2017; Lugo, 2021). En términos de justicia social, la sostenibilidad demanda empoderamiento local: sin involucramiento real en decisiones y beneficios, la etiqueta “sostenible” pierde sustancia (Scheyvens, 1999). La dimensión cultural —preservación del patrimonio y autenticidad— forma parte de este equilibrio (Martínez, 2022).

La transferencia tecnológica opera como puente entre ciencia y sociedad, mediante licencias, patentes, cooperación en I+D y movilidad de personal altamente calificado; no es un acto meramente técnico, sino un proceso social que requiere apropiación y capacidades de absorción (Bozeman, 2000; Plata, 2024). En economías con heterogeneidad estructural, la absorción es crítica: mientras un núcleo pequeño innova con intensidad, la mayoría de las empresas invierte poco en I+D y depende de conocimiento externo (Díaz Rodríguez y Morales Sánchez, 2023). Trasladada al turismo, la transferencia se concreta en tecnologías verdes —energías renovables, gestión hídrica y de residuos—, soluciones de gobernanza de datos y plataformas colaborativas que habilitan emprendimientos locales, contribuyendo a ODS como 7, 11, 12 y 13 (Karakosta et al., 2010; Kasim, 2007; Scheyvens y Hughes, 2019).

La digitalización acelerada reconfigura el sector: la investigación en e-tourism propone agendas de cambio que abarcan virtualización de experiencias, datos masivos para la planificación y gobernanza inteligente de destinos (Gretzel et al., 2020; Li et al., 2018). En hospitalidad, robots y automatización redefinen procesos y plantean dilemas éticos (Ivanov y Webster, 2019). Blockchain suma transparencia y trazabilidad, útil para certificaciones y cadenas de valor (Prados et al., 2023). A su vez, la IA puede contribuir a múltiples ODS si se diseña con principios de equidad y responsabilidad (Vinuesa et al., 2020). No obstante, persisten desafíos: protección de datos y privacidad, junto con brechas de acceso e infraestructuras desiguales, condicionan el alcance de los beneficios (Tussyadiah, 2020; Lythreath et al., 2021). Casuísticas regionales muestran que la cooperación y el intercambio técnico pueden fortalecer resiliencia y sostenibilidad, como se documenta en el Caribe (Zúñiga, 2023). En síntesis, el marco conceptual integra tres ejes: sostenibilidad vinculada a ODS; transferencia tecnológica como mecanismo habilitador; e innovación digital como motor con retos éticos y distributivos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se adoptó un diseño mixto (cualitativo—cuantitativo) con alcance descriptivo—explicativo y componentes exploratorios para la propuesta de modelo. La investigación combinó revisión sistemática de literatura (2019–2024) y estudio de casos comparativo, articulando teoría y evidencia empírica. La fase documental siguió pautas de revisión estructurada, cubriendo bases indexadas y aplicando criterios de inclusión (revisión por pares, enfoque en turismo/transferencia/ODS, idiomas español e inglés) y exclusión (divulgación no académica); se organizaron y analizaron los registros con estrategias recomendadas para revisiones de calidad (Snyder, 2019). Para asegurar consistencia metodológica y reportabilidad se consideraron lineamientos de diseño en métodos mixtos (Creswell, 2014) y se aplicó triangulación entre fuentes académicas y reportes de organismos internacionales (Farquhar et al., 2020).

Los casos seleccionados fueron: i) Islas Baleares, por su adopción de sistemas de sensorización y analítica en gestión de flujos y recursos; ii) Couchsurfing, por su lógica de plataforma colaborativa con implicaciones en participación comunitaria e innovación social. La unidad de análisis en cada caso incluyó prácticas tecnológicas, arreglos de gobernanza y resultados

asociados a sostenibilidad. Se empleó codificación temática para mapear categorías (tecnologías verdes, digitalización de experiencias, plataformas colaborativas) y contraste con el marco conceptual, lo que permitió derivar un modelo integrador de transferencia tecnológica para turismo inteligente alineado con ODS.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión y los casos convergen en tres dimensiones: tecnologías verdes, digitalización de experiencias y plataformas colaborativas, cada una con efectos observables sobre eficiencia, inclusión y gobernanza. En el corpus analizado, iniciativas de eficiencia energética y gestión hídrica reportan reducciones estimadas de 15–20% en emisiones o consumos asociados, indicador consistente con la literatura de mitigación y patrones sostenibles en servicios (Karakosta et al., 2010). La digitalización se evidencia en la adopción de soluciones para interacción con visitantes, reservas y gestión operativa: se estima que alrededor del 45% de empresas turísticas revisadas incorporan herramientas digitales de forma significativa, un resultado alineado con la aceleración postpandemia (Gretzel et al., 2020). En cuanto a plataformas colaborativas, se observan crecimientos cercanos al 30% anual en participación y redes de apoyo, con implicaciones en capital social y distribución de beneficios —y, por tanto, en ODS 8, 10 y 11— (Scheyvens y Hughes, 2019).

El caso Baleares ilustra cómo la sensorización y el análisis de datos permiten gestionar flujos y cargas sobre espacios sensibles, integrando criterios de sostenibilidad y experiencia; esta aproximación se alinea con la noción de destino inteligente orientado a resiliencia (Femenia e Ivars, 2021). Por su parte, Couchsurfing muestra que la transferencia tecnológica habilita innovación social: comunidades de práctica que amplifican la hospitalidad y fomentan intercambios culturales con costos marginales, aunque persisten retos de regulación y confianza. En ambos casos, la colaboración entre actores y la capacidad de absorción institucional condicionan la profundidad de los resultados (Díaz y Morales, 2023).

La discusión con la literatura sugiere que la tecnología aporta ventajas, pero su valor público depende de diseño ético y gobernanza. La IA y el big data mejoran planificación y personalización, aunque requieren salvaguardas de privacidad (Li et al., 2018; Tussyadiah, 2020). Blockchain ofrece trazabilidad para certificaciones sostenibles (Prados et al., 2023), mientras que la brecha digital limita una distribución equitativa de beneficios (Lythreath et al., 2021). Finalmente, la educación superior aparece como vector transversal: forma competencias, facilita cooperación y traduce conocimiento en soluciones contextualmente pertinentes, condición necesaria para que la transferencia tecnológica contribuya de modo tangible a los ODS (Plata, 2024; Heeks, 2008).

Tabla 1

Dimensiones de la transferencia tecnológica en turismo sostenible

Dimensión	Indicadores principales	ODS vinculados
Tecnologías verdes	Reducción 15–20% emisiones/consumos	7, 12, 13
Digitalización de experiencias	~45% empresas con soluciones digitales	8, 12
Plataformas colaborativas	~30% crecimiento anual en participación comunitaria	8, 10, 11

Nota. Elaboración propia con base en revisión sistemática y casos analizados (2019–2024).

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos confirman que la transferencia tecnológica es un catalizador del turismo inteligente orientado a los ODS: las tecnologías verdes contribuyen a mitigar impactos; la digitalización mejora eficiencia y experiencia; y las plataformas colaborativas amplifican la inclusión y el valor social del viaje. No obstante, la brecha digital, los costos de adopción y las asimetrías en capacidades institucionales condicionan el alcance de estos beneficios. La evidencia comparada sugiere que los resultados más sólidos emergen donde existen gobernanza de datos, indicadores verificables y cooperación entre universidad, empresa y gobierno.

En este marco, la educación superior se posiciona como pieza clave para desarrollar competencias, traducir conocimiento en intervención y sostener la innovación con criterios éticos. Integrar estas condiciones —tecnología con sentido público, capacidades locales y arreglos de gobernanza— es imprescindible para que la digitalización del turismo se traduzca en avances concretos hacia la Agenda 2030.

REFERENCIAS

- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE.
- Díaz Rodríguez, H. E., & Morales Sánchez, M. A. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. *Análisis Económico*, 38(98), 69–92. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/diaz>
- Farquhar, J. D., Michels, N., & Robson, J. (2020). Triangulation in industrial qualitative case study research. *Industrial Marketing Management*, 87, 160–170.
- Femenia-Serra, F., & Ivars-Baidal, J. A. (2021). Do smart tourism destinations really work? *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 26(4), 365–384.
- Gretzel, U., Fuchs, M., Baggio, R., & Hoepken, W. (2020). e-Tourism beyond COVID-19. *Information Technology & Tourism*, 22(2), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s40558-020-00181-3>
- Heeks, R. (2008). ICT4D 2.0: The next phase of applying ICT for development. *Computer*, 41(6), 26–33.
- Ivanov, S., & Webster, C. (2019). Robots, AI and service automation in travel, tourism and hospitality. *Emerald eBooks*.
- Karakosta, C., Doukas, H., & Psarras, J. (2010). Technology transfer through climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), 1546–1557.
- Li, J., Liu, F., Fang, B., & Buhalis, D. (2018). Big data in tourism research. *Tourism Management*, 68, 301–323.
- Lugo, C. (2021). Turismo y ODS: Avances y retos de medición. *Revista Latinoamericana de Turismo* (edición especial).
- Lythreatis, S., Singh, S. K., & El-Kassar, A.-N. (2021). The digital divide: A review and agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121359.
- Prados-Castillo, J. F., Debón-Bolívar, A., López-Valpuesta, L., & Morales-Alonso, G. (2023). Blockchain adoption in tourism from a sustainability perspective. *JTAECR*, 18(2), 814–830.
- Scheyvens, R. (1999). Ecotourism and the empowerment of local communities. *Tourism Management*, 20(2), 245–249.
- Scheyvens, R., & Hughes, E. (2019). Can tourism help to end poverty in all its forms? *Journal*

of Sustainable Tourism, 27(7), 1061–1079.
Tussyadiah, I. (2020). A review of research into automation in tourism. *Annals of Tourism Research*, 81, 102883.
UNWTO. (2005). Sustainable development of tourism: Definition. <https://www.unwto.org/es/desarrollo>
UNWTO. (2017). *Tourism and the Sustainable Development Goals – Journey to 2030*.
Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., et al. (2020). AI in achieving the SDGs. *Nature Communications*, 11, 233.
Zuñiga, A. (2023). Technology transfer in Caribbean tourism: Lessons from Cuba. *Caribbean Tourism Journal*, 15(3), 45–60.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-48>

EL ABP COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS

Burgos Zambrano, Débora Judith

Universidad Tecnológica ECOTEC

Guayaquil, Ecuador

dburgos@ecotec.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4982-9704>

Reyes Hidalgo, Cristhian Martin

Universidad Tecnológica ECOTEC

Guayaquil, Ecuador

creyesh@ecotec.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8213-6355>

RESUMEN

En la educación universitaria, el desarrollo de habilidades cognitivas resulta esencial para formar profesionales que enfrenten los retos sociales y académicos del siglo XXI. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología activa que fomenta la autonomía, la motivación y la construcción significativa del conocimiento. El propósito de este trabajo es analizar el ABP como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios. Con esta premisa nace la interrogante: *¿Cuál es la influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales para el aprendizaje significativo y el desempeño académico de los estudiantes universitarios?* Con este propósito se realiza un análisis sistemático, exploratorio y cualitativo. El marco conceptual revisa el constructivismo (Piaget y Vygotsky), que resalta la construcción del conocimiento a partir de la interacción con el entorno y la mediación social; el aprendizaje experiencial de Kolb (1984), que integra acción y reflexión en un ciclo continuo; y el aprendizaje significativo de Ausubel (1963), que explica cómo los nuevos conocimientos se relacionan con estructuras mentales previas. Bajo estos constructos, el ABP propicia un aprendizaje contextualizado, promueve la resolución de problemas reales y fortalece competencias como el pensamiento crítico, la creatividad y la metacognición. El ABP, además, potencia habilidades cognitivas de orden superior. Asimismo, desarrolla un mayor compromiso social y académico, vinculando el aprendizaje con problemáticas auténticas del entorno. En conclusión, el ABP constituye una estrategia pedagógica integral que permite avanzar hacia una educación más activa, significativa y orientada al desarrollo integral del estudiante.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, habilidades cognitivas, constructivismo, educación universitaria, innovación pedagógica.

ABSTRACT

In higher education, the development of cognitive skills is essential for training professionals who can face the social and academic challenges of the 21st century. Project-Based Learning (PBL)

is an active methodology that fosters autonomy, motivation, and the meaningful construction of knowledge. The purpose of this paper is to analyze PBL as a pedagogical strategy for strengthening cognitive skills in university students. From this premise, the question arises: What is the influence of Project-Based Learning on the development of cognitive skills fundamental to meaningful learning and academic performance in university students? To this end, a systematic, exploratory, and qualitative analysis is conducted. The conceptual framework reviews constructivism (Piaget and Vygotsky), which emphasizes the construction of knowledge from interaction with the environment and social mediation; Kolb's (1984) experiential learning, which integrates action and reflection in a continuous cycle; and Ausubel's (1963) meaningful learning, which explains how new knowledge relates to previous mental structures. Under these constructs, PBL fosters contextualized learning, promotes real-world problem-solving, and strengthens competencies such as critical thinking, creativity, and metacognition. PBL also enhances higher-order cognitive skills. It also develops greater social and academic engagement, linking learning to authentic environmental issues. In conclusion, PBL constitutes a comprehensive pedagogical strategy that allows us to advance toward a more active, meaningful education oriented toward the comprehensive development of students.

Keywords: Project-Based Learning, cognitive skills, constructivism, higher education, pedagogical innovation.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas educativos enfrentan el desafío de responder a las demandas de un entorno globalizado, competitivo y altamente cambiante. En el ámbito nacional como internacional, las organizaciones buscan profesionales con un perfil integral que combine conocimientos técnicos, habilidades cognitivas avanzadas y competencias socioemocionales. En este contexto, la universidad, como espacio privilegiado de formación, enfrenta la necesidad de revisar críticamente las metodologías tradicionales centradas en la transmisión de información y apostar por enfoques que promuevan aprendizajes más profundos, activos y significativos.

El **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** se presenta como una de las estrategias pedagógicas con mayor potencial para transformar las prácticas educativas y dar respuesta a los retos contemporáneos. Lejos de concebir al estudiante como un receptor pasivo de contenidos, esta metodología lo sitúa como protagonista de su proceso formativo, fomentando la indagación, la colaboración y la resolución de problemas auténticos. Tal como señalan Martí et al. (2012), el ABP constituye un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos con aplicación en el mundo real, trascendiendo los límites del aula. En este sentido, se trata de una estrategia que, además de promover la comprensión conceptual, estimula el compromiso, la motivación y el sentido de pertinencia del aprendizaje.

El interés por el ABP no es reciente. Sus antecedentes se remontan a las contribuciones de William Heard Kilpatrick, quien lo reconoció como un enfoque significativo en el proceso de enseñanza. Desde entonces, esta metodología ha cobrado fuerza en diversas latitudes y contextos. En Asia, por ejemplo, Gu y Zhu publicaron en 2002 las primeras investigaciones sobre su aplicación en China, con énfasis en la enseñanza de idiomas (Wang, 2022). En América Latina, países como Chile, Colombia y Ecuador han experimentado con el ABP en la educación superior, reportando mejoras en la motivación, la autonomía y el desempeño académico de los estudiantes (Burgos-Leiva et al., 2021; Vargas et al., 2021; Zambrano Briones et al., 2022). Estos antecedentes evidencian un interés creciente por integrar la teoría con la práctica, mediante

experiencias educativas que potencien tanto el aprendizaje disciplinar como el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales clave.

Entre las ventajas más destacadas de esta metodología se encuentra la posibilidad de articular los conocimientos previos de los estudiantes con nuevas experiencias, permitiendo aprendizajes más significativos en el sentido propuesto por Ausubel (1963). A la vez, se fundamenta en el constructivismo de Piaget y Vygotsky, que subraya la construcción social del conocimiento y la importancia de la interacción con el entorno (Carrera & Mazzarella, 2011). Asimismo, el modelo experiencial de Kolb (1984) enriquece esta perspectiva al considerar el aprendizaje como un ciclo que integra la experiencia directa, la reflexión, la conceptualización y la experimentación activa. En conjunto, estos fundamentos teóricos justifican la pertinencia del ABP como estrategia de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, la implementación del ABP no está exenta de dificultades. Feeney et al. (2022) destacan las restricciones institucionales, como la rigidez curricular y la escasa flexibilidad en tiempos y espacios, que pueden limitar la integración efectiva de esta metodología. Del mismo modo, autores como Meirieu (2011) advierten sobre el riesgo de la “fascinación por la herramienta”, recordando que el éxito del ABP depende menos de la técnica en sí misma que de la intencionalidad pedagógica y el compromiso de docentes y estudiantes en su aplicación. Estas reflexiones evidencian que, aunque el ABP ofrece múltiples beneficios, su efectividad está condicionada por factores contextuales, institucionales y personales que deben ser considerados cuidadosamente.

La relevancia del presente estudio radica en que, pese a la abundancia de investigaciones internacionales, todavía existen vacíos respecto al impacto específico del ABP en el **desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios**, especialmente en contextos latinoamericanos. Estas habilidades incluyen el pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la creatividad, la metacognición y la resolución de problemas, competencias consideradas fundamentales para la vida académica y profesional en el siglo XXI (Tumbel, 2024; Ashraf et al., 2025). Comprender cómo y en qué medida el ABP fortalece estas competencias permitirá no solo mejorar las prácticas educativas, sino también orientar políticas institucionales hacia metodologías activas más efectivas.

En consecuencia, la presente investigación se plantea responder a la siguiente **pregunta de estudio**: *¿Cuál es la influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales para el aprendizaje significativo y el desempeño académico de los estudiantes universitarios?*

A partir de este cuestionamiento, se establece la siguiente **hipótesis de trabajo**: la implementación del ABP favorece el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior — como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la metacognición— en mayor medida que las metodologías tradicionales centradas en la enseñanza expositiva.

De acuerdo con ello, se definen los siguientes **objetivos de investigación**:

1. Analizar la influencia del ABP en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios.
2. Identificar las competencias cognitivas más fortalecidas mediante el ABP.
3. Establecer orientaciones pedagógicas para optimizar la aplicación del ABP en la educación superior.

En síntesis, este trabajo busca contribuir a la mejora continua de las estrategias pedagógicas universitarias mediante un análisis riguroso del ABP, ofreciendo evidencias sobre su impacto en el desarrollo de habilidades cognitivas esenciales.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Definición y características del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El ABP constituye una metodología activa que busca transformar el paradigma educativo tradicional. En lugar de ser receptores pasivos, los estudiantes asumen un rol protagónico en la construcción de su propio conocimiento, a través de la resolución de problemas complejos y significativos. Tal como señalan García et al. (2014) y Escribano y Del Valle (2008) esta metodología se centra en que el alumno “cree un resultado en base a un problema planteado, aumentando su efectividad y motivación”. En este sentido, el docente asume un papel de mediador, organizador y facilitador del proceso, generando las condiciones para que el estudiante se involucre activamente en experiencias de aprendizaje significativas.

La literatura también enfatiza que el ABP impulsa un aprendizaje integral, en el que se desarrollan no solo habilidades cognitivas, sino también actitudes, valores y capacidades socioemocionales. Según Maldonado (2014), el ABP aplicado en los cursos proporciona una experiencia de aprendizaje que involucra al estudiante en un proyecto complejo y significativo, mediante el cual desarrolla integralmente sus capacidades, habilidades, actitudes y valores.

Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano y Luna-Cortés (2010, en Medina-Nicolalde y Tapia-Calvopiña, 2017) destacan que, a través de esta estrategia, los estudiantes aplican conceptos teóricos para resolver problemas prácticos, vinculando el conocimiento adquirido con un producto o proceso real. Esta relación entre teoría y práctica refuerza el compromiso con el entorno social y fortalece la motivación intrínseca del aprendizaje.

2.2 Teorías del aprendizaje aplicadas al ABP

2.2.1. Constructivismo (Piaget y Vygotsky)

El ABP encuentra sustento en el constructivismo, que concibe al aprendizaje como un proceso activo de construcción del conocimiento a partir de la interacción con el entorno. Para Piaget, el niño organiza sus experiencias a través de esquemas cognitivos que se reestructuran constantemente por medio de los procesos de asimilación y acomodación (Tuckman y Monetti, 2011). Por su parte, Vygotsky resalta el carácter social del aprendizaje. Según el autor, este se desarrolla en dos planos: el social o interpsicológico, y el individual o intrapsicológico, mediados por el lenguaje y la interacción con otros (Carrera y Mazzarella, 2011). En este marco, el ABP se convierte en un espacio idóneo para activar la **Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)**.

2.2.2. Aprendizaje experiencial (Kolb)

El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984) fundamenta al ABP al concebir el aprendizaje como un proceso cíclico que integra la acción con la reflexión. Kolb plantea cuatro fases: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. De este modo, los estudiantes no solo “participan activamente en una experiencia real y concreta”, sino que también reflexionan sobre ella, extraen generalizaciones y vuelven a aplicarlas en un nuevo ciclo de práctica (Zabalza, 2011). El ABP permite que el aprendizaje trascienda la memorización y se convierta en un proceso significativo, progresivo y contextualizado.

2.2.3. Aprendizaje activo y significativo (Ausubel)

Otro soporte esencial lo aporta Ausubel (1963) con su propuesta de aprendizaje significativo. Según el autor, este proceso ocurre cuando los nuevos contenidos se relacionan de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante, siempre que exista disposición para aprender. Así, el ABP cumple con esta condición al conectar los proyectos con problemáticas reales y cercanas a la experiencia del estudiante.

2.3. El ABP y el desarrollo de habilidades cognitivas

Uno de los principales aportes del ABP es su capacidad para potenciar habilidades cognitivas de orden superior. Al enfrentarse a problemas abiertos y reales, los estudiantes deben analizar información, generar hipótesis, discutir con sus pares y proponer soluciones viables. Estas dinámicas estimulan el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de transferir el conocimiento a nuevas situaciones. Además, el ABP favorece la metacognición, ya que los estudiantes reflexionan sobre su propio proceso de aprendizaje, identifican sus fortalezas y debilidades, y ajustan sus estrategias para alcanzar los objetivos planteados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de esta investigación está basada en un estudio organizado y metódico, de recopilación y análisis de datos; adoptando una perspectiva exploratoria; y se emplea métodos de investigación cualitativa.

a) Definición de la pregunta

Se establece la pregunta de estudio: *¿Cuál es la influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales en los estudiantes universitarios?*; además, se define como objetivo evaluar cómo la incorporación de estas habilidades influye en el aprendizaje significativo y en el desempeño académico y profesional de los alumnos.

b) Selección de Artículos

El corpus documental fue delimitado a partir de un proceso de búsqueda estructurada en la base de datos Scopus —reconocida por su cobertura de publicaciones científicas de alto impacto— (19), complementado con la plataforma Scispace (20) para la exploración de literatura reciente y emergente. Además, se priorizaron capítulos de libros y estudios teóricos con base en su relevancia temática y rigor metodológico (6), para conocer (1) qué investigaciones se han realizado en este campo; (2) cuáles son las orientaciones pedagógicas para optimizar la

aplicación del ABP y, (3) cuáles son los retos y desafíos de futuro que los investigadores han identificado.

c) Criterios de inclusión y exclusión

En este estudio analizamos documentos entre 2020 y 2025; también se dio espacio para abordar estudios previos sobre las teorías pedagogías en las que se basa el ABP entre el 2008 y el 2014. En torno a los criterios de inclusión se utilizaron palabras clave como: ABP, habilidades cognitivas, constructivismo, educación universitaria, innovación pedagógica. Además, se definió los criterios de exclusión: (1) se excluyeron editoriales, comentarios, introducciones, reseñas de libros, resúmenes, tesis; (2) documentos referentes al ABP relacionadas con educación infantil; (3) publicaciones no establecidas en los rangos de años de investigación; y, (4) eliminación de falsos positivos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la literatura reciente permitió identificar que la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) favorece significativamente el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior en estudiantes universitarios. Los estudios revisados coinciden en que el ABP potencia el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas al vincular los contenidos académicos con situaciones reales y socialmente relevantes (Burgos-Leiva et al., 2021; Vargas et al., 2021). Asimismo, se evidenció un impacto positivo en la metacognición, ya que los estudiantes reflexionan sobre su proceso de aprendizaje y ajustan sus estrategias (Ashraf et al., 2025). Sin embargo, también se reportaron limitaciones vinculadas a la rigidez curricular y a la escasa preparación docente en metodologías activas, lo que puede obstaculizar su efectividad (Feeney et al., 2022). En conjunto, los resultados respaldan la hipótesis planteada: el ABP fortalece de manera más efectiva las competencias cognitivas frente a modelos tradicionales, aunque requiere condiciones institucionales y pedagógicas adecuadas para su consolidación.

5. CONCLUSIONES

Este estudio confirma que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) constituye una estrategia pedagógica idónea para potenciar habilidades cognitivas de orden superior. A diferencia de los métodos tradicionales centrados en la transmisión de información, el ABP promueve aprendizajes activos, significativos y contextualizados, favoreciendo la reflexión crítica, la creatividad, la resolución de problemas y la metacognición. Estos hallazgos resultan especialmente relevantes en contextos latinoamericanos, donde aún persisten vacíos en la investigación sobre su aplicación. No obstante, se advierte que la efectividad del ABP depende de factores institucionales y pedagógicos, como la flexibilidad curricular y la formación docente. En consecuencia, se recomienda su implementación acompañada de políticas educativas que fortalezcan su sostenibilidad y pertinencia.

En síntesis, el Aprendizaje Basado en Proyectos se configura como una estrategia pedagógica integral que, sustentada en teorías constructivistas, experienciales y significativas, ofrece un escenario idóneo para el desarrollo de habilidades cognitivas complejas, necesarias en el contexto académico y profesional actual.

REFERENCIAS

- Ashraf, M. H., Özpolat, K., Yalcin, M. G., & Shah, P. (2025). A project-based learning approach to supply chain mapping education. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101128. <https://doi.org/10.1016/J.IJME.2024.101128>
- Burgos-Leiva, C. A., Rementeria-Piñones, J. A., Espinoza-Oyarzún, J. C., & Rodríguez-García, A. B. (2021). Applied project-based learning in a construction materials course [Aprendizaje basado en proyectos aplicados en la asignatura de materiales de construcción]. *Formacion Universitaria*, 14(2), 105–112. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000200105>
- Escribano, A., & Del Valle, A. (2008). El aprendizaje basado en problemas (ABP). Madrid: Narcea, SA de Ediciones.
- Feeney, S., Machicado, G., & Larrosa, L. (2022). El Aprendizaje Basado en Proyectos como política de enseñanza: algunos interrogantes. *Praxis Educativa*, 26(3), 1–23. <https://doi.org/10.19137/PRAXISEDUCATIVA-2022-260308>
- García, M. J. G., Otero, J. J. E., & López, M. C. G. (2014). Experiencia de aplicación de ABP al Grado de Ingeniería Informática. *Actas de las XX JENUI*. Oviedo, 9(11).
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en Educación Superior. *Laurus*, vol. 14, No. 28. ISSN: 1315-883X
- Marti, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2012). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46, 11–21. <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=21520993002>
- Medina- Nicolalde, M. y Tapia- Calvopiña, M. (2017). El aprendizaje basado en proyectos, una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *Olimpia*, vol. 14, No. 46. ISSN: 1817-9088.
- Tuckman, B. y Monetti, D. (2011). *Desarrollo cognitivo y del lenguaje*. En B. Tuckman y D. Monetti, *Psicología educativa* (Cengage learning, pp- 46-73)
- Tumbel, M. E. (2024). Application of Project-Based Learning to Improve the 4C Abilities (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, and Communication) of Children Aged 5-6 Years. In *International Journal of Information Technology and Education (IJITE)* (Vol. 3, Issue 2). <http://ijite.jredu.idhttp://ijite.jredu.id>
- Vargas, J. D., Arregocés, I. C., Solano, A. D., & Peña, K. K. (2021). Project-based learning supported by a techno-pedagogical design for teaching descriptive statistics [Aprendizaje basado en proyectos soportado en un diseño tecno-pedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva]. *Formación Universitaria*, 14(6), 77–86. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000600077>
- Wang, S. (2022). Critical Thinking Development Through Project-Based Learning. *Journal of Language Teaching and Research*, 13(5), 1007–1013. <https://doi.org/10.17507/jltr.1305.13>
- Zabalza, M. (2011). *El Practicum en la formación universitaria: estado de la cuestión*. *Revista de Educación*, 354.
- Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Conrado*, 18, 172–182. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100172

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-49>

UNIVERSIDADES COMO NODOS ESTRATÉGICOS EN ECOSISTEMAS DE INNOVACIÓN SOSTENIBLE: UN ANÁLISIS COMPARADO EN AMÉRICA LATINA

Palma, Pamela

Universidad de Mar del Plata, Facultad de Humanidades
Mar del Plata, Argentina
ppalma@mdp.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6187-7342>

RESUMEN

El presente estudio analiza el papel de universidades latinoamericanas reconocidas en rankings internacionales de innovación en la gobernanza colaborativa de ecosistemas locales de innovación sostenible. La investigación parte de la hipótesis de que el reconocimiento por innovación universitaria no siempre se traduce en impactos territoriales sostenibles ni en participación activa en espacios de gobernanza. A través de un diseño cualitativo-comparativo y el estudio de casos múltiples, se examina cómo estas instituciones articulan capacidades técnicas, demandas sociales y políticas públicas para contribuir al desarrollo sostenible. El análisis preliminar de la Universidad de los Andes (Chile) muestra que, si bien la institución cuenta con políticas y estructuras consolidadas en innovación y transferencia tecnológica, persiste una débil sistematización de sus iniciativas en torno a la sostenibilidad, lo que limita la visibilización de su impacto social y ambiental. Estos hallazgos permiten discutir la necesidad de revisar los sistemas de evaluación internacional y fortalecer la participación universitaria en procesos de gobernanza territorial.

Palabras clave: Gobernanza colaborativa, innovación sostenible, desarrollo local, ecosistemas de innovación, universidad.

ABSTRACT

This study analyzes the role of Latin American universities recognized in international innovation rankings within the collaborative governance of local sustainable innovation ecosystems. The research assumes that university recognition for innovation does not necessarily translate into sustainable territorial impacts or active participation in governance spaces. Through a qualitative-comparative design and multiple case studies, the study examines how these institutions articulate technical capacities, social demands, and public policies to foster sustainable development. The preliminary analysis of Universidad de los Andes (Chile) reveals that while the institution has consolidated policies and structures for innovation and technology transfer, there is limited systematization of initiatives concerning sustainability, hindering the visibility of its social and environmental contributions. These findings highlight the need to revise international evaluation systems and strengthen university participation in territorial governance processes.

Keywords: collaborative governance, innovation ecosystems, local development, sustainable innovation, university.

1. INTRODUCCIÓN

El vínculo entre universidad, innovación y desarrollo ha sido ampliamente estudiado en los últimos veinte años, especialmente a partir de la propuesta de la triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (2000), que describe la interacción entre universidad, empresa y gobierno como un

motor central para la producción de conocimiento y el crecimiento económico. Sin embargo, el contexto contemporáneo, marcado por crisis climáticas, desigualdades sociales y tensiones políticas, ha generado nuevas demandas que exigen una reconfiguración de los modelos de innovación, orientándolos hacia objetivos sociales y ambientales en consonancia con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2017).

En este escenario, emerge con fuerza el concepto de innovación sostenible, entendido como un proceso que busca generar impactos positivos de triple dimensión: económica, social y ambiental (Sarmiento Barrezueta, García Gallegos & Garnica Villalta, 2023). En América Latina, la relevancia de este concepto es creciente, ya que las universidades han comenzado a desempeñar un rol ampliado como actores sociales y territoriales, más allá de sus funciones tradicionales de docencia e investigación. Se espera que estas instituciones sean capaces de articular capacidades técnicas con demandas sociales y políticas públicas, fortaleciendo la gobernanza de los ecosistemas locales (Henríquez Guajardo, 2018).

A pesar de esta expectativa, persiste una brecha analítica sobre la correspondencia entre el posicionamiento internacional de las universidades y su capacidad de contribuir efectivamente al desarrollo sostenible en sus territorios. En este sentido, el objetivo de este trabajo es analizar de manera comparativa cómo universidades latinoamericanas altamente reconocidas en rankings de innovación logran (o no) consolidarse como nodos estratégicos de sus ecosistemas de innovación sostenible.

2. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual de este estudio integra diversas corrientes teóricas. En primer lugar, se recupera el modelo de la triple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), el cual, si bien continúa siendo un referente fundamental, resulta insuficiente para dar cuenta de los desafíos sociales y ambientales actuales. La necesidad de expandir este enfoque hacia la innovación sostenible se ha señalado en trabajos que subrayan la urgencia de incorporar criterios de equidad y sustentabilidad en la misión universitaria (UNESCO, 2017; Colpas Castillo, Tarón Dunoyer & Fuentes Berrio, 2019).

El segundo eje conceptual proviene de la teoría de los campos sociales de Bourdieu (1997, 2003a, 2003b, 2007). Esta perspectiva permite comprender los ecosistemas de innovación sostenible como campos en los que interactúan actores con distintos capitales —económicos, sociales, culturales y simbólicos— y donde las universidades se posicionan de acuerdo con sus habitus y estructuras institucionales. Las tensiones entre el campo de la innovación, orientado a resultados cuantificables, y el campo del desarrollo sostenible, que prioriza impactos sociales y ambientales, resultan centrales para el análisis.

Un tercer eje se relaciona con la teoría de la gobernanza colaborativa, que resalta el papel de múltiples actores en los procesos de toma de decisiones públicas. Aguilar Villanueva (2015) sostiene que la gobernanza multi-actoral es clave para comprender cómo las universidades se integran en las dinámicas territoriales, participando en la construcción de agendas colectivas y en la gestión de recursos comunes.

Finalmente, la literatura sobre universidades emprendedoras y transferencia de conocimiento aporta un marco adicional. Guerrero y Urbano (2012) subrayan que aquellas universidades que logran un papel estratégico en los ecosistemas de innovación son las que desarrollan estructuras institucionales que integran investigación, extensión, emprendimiento y sostenibilidad. Sin embargo, en América Latina estas capacidades se ven condicionadas por limitaciones estructurales como la desigualdad en inversión en I+D y la fragmentación institucional (Estébanez, Di Bello & Versino, 2022).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio adopta un enfoque cualitativo-comparativo, orientado a comprender el papel de universidades latinoamericanas altamente reconocidas en innovación en la gobernanza de

ecosistemas de innovación sostenible. El diseño metodológico corresponde a un estudio de caso múltiple (Jiménez Chaves & Comet Weiler, 2016), adecuado para explorar fenómenos complejos dentro de sus contextos reales.

Los criterios de selección de casos incluyeron: ubicación destacada en rankings internacionales de innovación (SCImago, QS), diversidad geográfica, accesibilidad a información institucional, predisposición a colaborar con la investigación, pertenencia a sistemas públicos o privados y trayectoria en iniciativas de innovación sostenible.

La recolección de datos se realizó a partir de triangulación de fuentes y técnicas: análisis documental de normativas, informes y políticas universitarias; entrevistas semiestructuradas con actores internos y externos; y revisión de páginas institucionales y redes sociales. El análisis se organizó en tres fases: codificación temática, análisis individual de cada universidad y comparación sistemática entre los casos.

La unidad de análisis principal es la universidad, entendida tanto en su dimensión institucional como en su rol de actor territorial. El objetivo es generar conocimiento contextualizado y relacional, más que generalizaciones estadísticas, aportando evidencias útiles para el debate sobre el rol universitario en la innovación sostenible

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares del análisis se concentraron en la Universidad de los Andes (Chile). Esta institución privada, con sede en Santiago, ocupa posiciones destacadas en rankings de innovación y cuenta con políticas consolidadas en transferencia tecnológica, propiedad intelectual y vinculación con el medio (Universidad de los Andes, 2015, 2021, 2024). Asimismo, ha desarrollado la estrategia BiCI, que busca promover una investigación comprometida con la sociedad, articulando demandas sociales y productivas (Universidad de los Andes, 2024, 2025). No obstante, el estudio evidencia una tensión importante: aunque la universidad muestra un alto desempeño en innovación, no existe una sistematización interna que clasifique proyectos y resultados bajo criterios de sostenibilidad. Esto dificulta visibilizar su impacto real en términos sociales y ambientales. Siguiendo a Bourdieu (2003, 2007), esta situación puede interpretarse como una tensión entre los campos de innovación y sostenibilidad, en los que aún no se han definido reglas de reconocimiento claras.

Otro hallazgo señala que, si bien la universidad mantiene vínculos con sectores productivos y participa en redes de innovación, su involucramiento en espacios de gobernanza territorial es limitado. Esta ausencia reduce su capacidad de incidir en la planificación estratégica del desarrollo sostenible. En consecuencia, se refuerza la idea de que el reconocimiento en rankings internacionales no garantiza una participación activa en la gobernanza colaborativa de los ecosistemas locales (Estébanez et al., 2022).

Los resultados sugieren que la consolidación de las universidades como nodos estratégicos requiere avanzar en la creación de métricas internas para evaluar la sostenibilidad de las iniciativas, ampliar su participación en procesos de gobernanza territorial y revisar críticamente los indicadores internacionales que hoy privilegian resultados cuantitativos por sobre impactos sociales y ambientales.

5. CONCLUSIONES

El análisis preliminar confirma que las universidades latinoamericanas con mayor reconocimiento en innovación enfrentan un desafío central: traducir ese capital en impactos sostenibles y en una participación activa en la gobernanza territorial. El caso de la Universidad de los Andes muestra que, aunque existen estructuras institucionales robustas en innovación, la ausencia de mecanismos de evaluación en sostenibilidad limita su aporte efectivo al desarrollo local.

De este modo, la investigación evidencia la necesidad de repensar los sistemas de reconocimiento y evaluación internacional, incorporando métricas que valoren la contribución social y ambiental de las universidades. Asimismo, subraya la importancia de fortalecer la

articulación multi-actoral en los ecosistemas locales, garantizando que las universidades participen de manera activa en la construcción de políticas y estrategias de innovación sostenible. En conjunto, estos hallazgos invitan a profundizar el análisis comparativo con otras universidades latinoamericanas, a fin de identificar patrones, divergencias y buenas prácticas que orienten la construcción de un modelo regional de universidad comprometida con la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Aguilar Villanueva, L. F. (2015). *Gobernanza y gestión pública*. Fondo de Cultura Económica.
- Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas: Sobre la teoría de la acción*. Anagrama.
- Bourdieu, P. (2003a). *Campo de poder, campo intelectual*. Quadrata.
- Bourdieu, P. (2003b). *Intelectuales, política y poder*. Eudeba.
- Bourdieu, P. (2007). *El sentido práctico*. Siglo XXI.
- Colpas Castillo, F., Tarón Dunoyer, A., & Fuentes Berrio, L. (2019). *Innovación social y sostenibilidad en América Latina: Panorama actual*. Revista ESPACIOS, 40(1), 30. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n01/a19v40n01p30.pdf>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). *The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations*. Research Policy, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Estébanez, M. E., Di Bello, M. E., & Versino, M. S. (2022). *Universidad y «entornos»: reflexiones sobre la vinculación y el diseño de políticas universitarias en Argentina*. Revista Reflexiones, 101(1), 1-19. <https://doi.org/10.15517/rr.v10i1.47516>
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2012). *Transferencia de conocimiento y tecnología: mejores prácticas en las universidades emprendedoras españolas*. Gestión y Política Pública, 21(1), 107-139.
- Henríquez Guajardo, P. (Coord.). (2018). *El papel estratégico de la educación superior en el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*. UNESCO-IESALC.
- Jiménez Chaves, V. E., & Comet Weiler, C. (2016). *Los estudios de casos como enfoque metodológico*. ACADEMO: Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades, 3(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5757749>
- Sarmiento Barrezueta, S. M., García Gallegos, K. H., & Garnica Villalta, A. D. (2023). *La relación ecosistémica entre la universidad y el territorio: beneficios mutuos*. UNESUM Ciencias, 7(2), 206-216. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v7.n2.2023.206-216>
- Universidad de los Andes. (2015). *Políticas sobre transferencia tecnológica y generación de empresas de base tecnológica universitaria o spin off*. <https://www.uandes.cl/wp-content/uploads/2022/06/Poli%CC%81ticas-sobre-Transferencia-Tecnolo%CC%81gica-1.pdf>
- Universidad de los Andes. (2021). *Política de vinculación con el medio UANDES*. <https://www.uandes.cl/wp-content/uploads/2021/11/Politica-Vinculacion-con-el-Medio-UANDES.pdf>
- Universidad de los Andes. (2024). *Estrategia BiCI: Investigación comprometida con la sociedad*. https://www.uandes.cl/wp-content/uploads/2025/03/ESTRATEGIA-PARA-ADOPCION-DEL-MODELO-DE-IDc_VF_2_9_8_2024.pdf
- Universidad de los Andes. (2025). *Fondo BiCI: Apoyo a la investigación y desarrollo comprometidos con la sociedad*. https://www.uandes.cl/wp-content/uploads/2025/03/Bases-Inv-2025_13_3_25.pdf

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. UNESCO.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-50>

NUEVOS PARADIGMAS EN LA TRANSICIÓN HACIA CIUDADES INNOVADORAS Y SOSTENIBLES: UNA EXPERIENCIA DE GOBERNANZA PARTICIPATIVA

Zanfrillo, Alicia Inés

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata y Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Mar del Plata, Argentina
alicia@mdp.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3638-2672>

Palma, Pamela

Universidad de Mar del Plata, Facultad de Humanidades
Mar del Plata, Argentina
ppalma@mdp.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6187-7342>

RESUMEN

Este trabajo analiza la formulación de un Plan Estratégico de Innovación Sostenible en el Partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires, Argentina, como experiencia piloto de gobernanza participativa en un contexto urbano intermedio. El objetivo central es comprender cómo la articulación entre universidades, actores gubernamentales, organizaciones sociales y sectores productivos puede propiciar la transición hacia modelos urbanos circulares y resilientes. La metodología utilizada se basó en un enfoque cualitativo con diseño descriptivo-interpretativo, que incluyó el estudio de caso, el análisis documental, la realización de talleres participativos y entrevistas a actores clave. Los principales resultados muestran la consolidación de un espacio de gobernanza intersectorial, la construcción de una visión compartida a diez años y la creación de un repositorio de proyectos de investigación sostenibles. Estos logros fortalecen la legitimidad institucional del plan y evidencian que la innovación, entendida como un proceso social y situado, requiere mecanismos participativos estables para garantizar su pertinencia y sostenibilidad. El estudio aporta a la literatura sobre innovación social y gobernanza urbana al mostrar cómo las universidades pueden desempeñar un rol catalizador en la generación de soluciones contextualizadas a desafíos socioambientales globales.

Palabras clave: Gobernanza participativa, innovación sostenible, plan estratégico, transición urbana.

ABSTRACT

This paper analyzes the design of a Strategic Plan for Sustainable Innovation in General Pueyrredón District, Buenos Aires Province, Argentina, as a pilot experience of participatory governance in a mid-sized urban context. The main objective is to understand how the articulation among universities, governmental actors, social organizations, and productive sectors can foster the transition towards circular and resilient urban models. The methodology was based on a qualitative, descriptive-interpretive approach that included a case study, documentary analysis, participatory workshops, and interviews with key stakeholders. The main results highlight the consolidation of an intersectoral governance space, the construction of a shared ten-year vision, and the creation of a repository of sustainable research projects. These achievements strengthen the institutional legitimacy of the plan and demonstrate that innovation, understood as a social

and place-based process, requires stable participatory mechanisms to ensure its relevance and sustainability. The study contributes to the literature on social innovation and urban governance by showing how universities can play a catalytic role in generating contextualized solutions to global socio-environmental challenges.

Keywords: Participatory governance, strategic plan, sustainable innovation, urban transition.

1. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI plantea transformaciones en las dinámicas urbanas que exigen modelos de desarrollo capaces de conciliar crecimiento económico, inclusión social y preservación ambiental. En América Latina, la expansión de los centros urbanos ha generado tensiones sobre la provisión de servicios, la presión sobre recursos naturales y la exacerbación de desigualdades, lo que obliga a repensar las formas tradicionales de planificación y gobernanza local (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr, Reike y Hekkert, 2017).

El Partido de General Pueyrredón combina características típicas de las ciudades intermedias: una economía diversificada que incluye turismo, pesca, industria y actividades de la economía del conocimiento; una oferta académica con presencia de universidades públicas y privadas; y problemas socioambientales asociados al manejo de residuos, la capacidad de carga del litoral y la precariedad laboral en ciertos sectores. Frente a este panorama, los procesos de innovación para la sostenibilidad son una apuesta estratégica para transformar prácticas productivas y de gestión.

El presente estudio analiza el diseño e inicio de implementación de un Plan Estratégico de Innovación Sostenible impulsado por actores universitarios, representantes de los sectores productivos, organizaciones del tercer sector y autoridades locales, con la finalidad de promover una transición hacia un modelo urbano más circular e inclusivo. Se propone examinar en qué medida la coordinación intersectorial y los mecanismos participativos permiten articular conocimientos, recursos y capacidades para generar soluciones contextualizadas, así como evaluar las condiciones institucionales necesarias para sostener estas iniciativas a mediano y largo plazo. La hipótesis que orienta el trabajo plantea que la gobernanza participativa, entendida como la creación de espacios deliberativos, la co-producción de conocimiento y la co-responsabilidad entre actores, constituye una condición habilitante para la emergencia de ecosistemas de innovación sostenible territoriales capaces de enfrentar desafíos socioambientales complejos (Moulaert, MacCallum, Mehmood y Hamdouch, 2013).

Además, el contexto local exhibe tensiones entre sectores tradicionales y emergentes, agravadas por donde el turismo y la pesca conviven con un incipiente sector de economía del conocimiento, lo la situación socioeconómica de la región, la cual presenta para el tercer trimestre de 2024 una tasa de actividad del 50,3%, empleo del 46,1% y desocupación del 8,4%, junto con una informalidad laboral del 35% (INDEC, 2024; GrET, 2024; Actis Di Pasquale, 2024). Estas condiciones hacen relevante la estrategia de promover sinergias entre el tejido productivo y la academia para potenciar procesos de innovación que incorporen criterios ambientales y sociales desde su concepción. El análisis aquí presentado busca, por tanto, aportar evidencia sobre cómo se pueden diseñar y gobernar estos procesos en contextos urbanos medios con vocación productiva e sostenible.

2. MARCO CONCEPTUAL

Para abordar la transición urbana hacia la sostenibilidad, se articula un marco que integra la economía circular con la literatura sobre innovación social y gobernanza. La economía circular plantea un cambio de paradigma respecto al ciclo “tomar-hacer-desechar”, promoviendo procesos regenerativos que retengan valor y reduzcan externalidades ambientales, lo cual exige modificaciones en cadenas de valor, políticas públicas y prácticas ciudadanas (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017). Estas transformaciones no se limitan a soluciones tecnológicas:

requieren intervenciones sociales, económicas y culturales que articulen actores diversos alrededor de objetivos compartidos.

Desde la perspectiva de la innovación social se subraya la importancia de iniciativas que reconfiguran las relaciones sociales y las prácticas colectivas para satisfacer el desarrollo humano, impulsar la cohesión y empoderar comunidades (Moulaert et al., 2013; Mulgan, 2007). Las universidades tienen un rol estratégico en este entramado al producir conocimiento aplicable, formar capital humano y habilitar espacios de desarrollo y transferencia hacia el territorio.

La gobernanza participativa, en tanto, se define por mecanismos de inclusión, transparencia y deliberación que permiten incorporar saberes locales y validar soluciones más pertinentes; sin embargo, su implementación enfrenta retos en contextos con brechas institucionales y limitaciones financieras. Asimismo, la discusión sobre ciudades inteligentes ha insistido en la necesidad de enmarcar la innovación tecnológica dentro de metas de sostenibilidad social y ambiental para evitar reduccionismos técnicos que desatiendan la equidad territorial (Góngora, 2015). Este marco conceptual orienta el análisis empírico y la interpretación de los resultados del caso estudiado.

Adicionalmente, los estudios sobre innovación y gobernanza señalan que los procesos de cambio requieren instrumentos políticos que combinen incentivos económicos, formación y regulaciones que orienten la conducta de actores privados y públicos. La literatura comparada muestra que las iniciativas más exitosas integran marcos normativos flexibles que permiten el escalamiento gradual de soluciones probadas en pilotos locales, lo que exige capacidades de evaluación y aprendizaje institucional (Mulgan, 2007; Moulaert et al., 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio adopta un enfoque cualitativo con diseño descriptivo-interpretativo centrado en un estudio de caso: el Partido de General Pueyrredón. La selección del caso se fundamentó en su relevancia como nodo productivo y académico del litoral bonaerense, y en la existencia de procesos colaborativos para la formulación de políticas de innovación y ambiente. El corpus empírico combinó fuentes documentales (planes estratégicos, informes institucionales y normativa local) con datos de campo recabados durante el proceso de diseño del plan. Se realizaron talleres participativos documentados en actas, entrevistas semiestructuradas con referentes de universidades, funcionarios municipales, representantes empresariales y organizaciones de la sociedad civil y se recopiló información de experiencias y proyectos locales orientados a la sostenibilidad.

La estrategia analítica incluyó la triangulación de evidencias, la codificación temático-interpretativa de entrevistas y la construcción colaborativa de un diagnóstico mediante un análisis FODA con actores clave. Además, se desarrolló un mapeo de actores y capacidades que permitió identificar ventanas de oportunidad y barreras institucionales para la implementación de iniciativas circulares. Se garantizó la validez interna a través de la confrontación de perspectivas y la devolución de borradores a actores participantes para su validación. En términos éticos se garantizó el consentimiento de las personas participantes y la confidencialidad de sus aportes. Las actas de talleres fueron sistematizadas para identificar consensos y discrepancias. El enfoque interpretativo permitió recuperar no solo datos factuales sino también percepciones y representaciones sociales sobre sostenibilidad e innovación, elementos clave para comprender los límites y posibilidades del proceso. Además, se realizó una lectura crítica de políticas públicas locales y una revisión de programas similares en otras ciudades intermedias. Esta comparación permitió enriquecer las propuestas locales con experiencias que han probado mecanismos de articulación público-privada y estrategias de escalabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso participativo permitió la definición de una visión compartida para los próximos diez años y en la conformación de un espacio de gobernanza que articula universidades, gobierno

local, sector privado y organizaciones sociales. Esta gobernanza multiactor permitió consensuar prioridades sectoriales y diseñar instrumentos iniciales para apoyar emprendimientos de base tecnológica y social con criterios de circularidad, como así también promover procesos de reconversión productiva y organizativa en las empresas. El repositorio de proyectos surgido del proceso funcionó como una herramienta de enlace entre la academia y el territorio, favoreciendo la identificación de sinergias y la canalización de propuestas hacia programas de apoyo. Entre los logros se destaca también la ampliación de la legitimidad institucional del plan al incorporar voces diversas y prácticas locales en la toma de decisiones, lo que facilitó la pertinencia de las acciones propuestas.

No obstante, el análisis reveló limitaciones estructurales que condicionan la escalabilidad: la falta de financiamiento sostenido, la necesidad de marcos regulatorios claros para la economía circular y la dificultad de mantener incentivos para la participación voluntaria de actores con agendas múltiples. Estos hallazgos concuerdan con la literatura que sostiene que la participación amplía la pertinencia y aceptación de políticas, pero que requiere capacidades de gestión y recursos para sostener resultados en el tiempo (Moulaert et al., 2013; Galego, 2022).

El caso muestra que las universidades pueden desempeñar un papel catalizador en la mediación de conflictos de interés, la generación de evidencia y la sistematización de aprendizajes, siempre que existan mecanismos institucionales que garanticen continuidad y financiamiento. La discusión también enfatiza la necesidad de articular estrategias de financiamiento mixto, que combinen recursos públicos, fondos internacionales y mecanismos de financiación local, para disminuir la dependencia de partidas presupuestarias anuales. Asimismo, se observa la importancia de políticas educativas y programas de formación orientados a capacidades técnicas y gerenciales para sostener la transformación productiva requerida desde un enfoque circular. Por último, el estudio sugiere líneas de seguimiento e indicadores que integren dimensiones ambientales, sociales y económicas para monitorear la implementación y ajustar las políticas en clave adaptativa.

En resumen, aunque la iniciativa muestra avances significativos en términos de gobernanza y articulación territorial, su impacto final dependerá de la institucionalización de mecanismos que permitan continuidad más allá de los ciclos políticos y de la existencia de indicadores que midan resultados de manera integral y periódica. Para consolidar estos avances es indispensable establecer indicadores claros de impacto, mecanismos transparentes de rendición de cuentas y espacios de formación continua que permitan la apropiación institucional y social de las prácticas de innovación sostenible con evaluación periódica y participación ciudadana amplia sostenida.

5. CONCLUSIONES

La experiencia del Partido de General Pueyrredón muestra que las ciudades intermedias pueden avanzar hacia modelos de desarrollo innovadores y sostenibles mediante la articulación entre universidades, gobiernos locales, sectores productivos y organizaciones sociales. La construcción de un espacio de gobernanza participativa ha permitido consensuar una visión compartida de futuro y legitimar las acciones estratégicas, lo que constituye un aporte clave para la sostenibilidad institucional del plan. Sin embargo, el análisis también pone de manifiesto desafíos relacionados con la necesidad de financiamiento estable, la institucionalización de mecanismos de participación y la formación de capacidades para sostener la transición hacia la circularidad.

El estudio confirma que la innovación urbana sostenible no se limita a la incorporación de tecnologías, sino que depende fundamentalmente de la innovación social y de la capacidad de generar confianza, colaboración y apropiación en el territorio. En este sentido, se recomienda profundizar en la creación de marcos regulatorios que promuevan prácticas circulares, en el diseño de indicadores integrales de seguimiento y en la consolidación de alianzas intersectoriales con horizonte de largo plazo. Estas acciones son esenciales para garantizar que los procesos iniciados se traduzcan en transformaciones sostenibles y resilientes en la escala local.

REFERENCIAS

- Actis Di Pasquale, E. (2024). *Los indicadores laborales de Mar del Plata en el período 2003-2023*. RePro, (138). <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/4139/>
- ATICMA. (2025). *Informe del sector MDP*. <https://www.aticma.org.ar/info-del-sector/>
- Galego, D. (2022). *Social innovation and governance: A scoping review*. ORBi Open Repository. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/291737>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* Journal of Cleaner Production, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Góngora, G. P. M. (2015). *Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: una perspectiva centrada en las TIC*. Ingeniare: Revista chilena de ingeniería, 23(2), 137–149. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5662375>
- Grupo de Estudios del Trabajo (GrET). (2024). *Informe sociolaboral del Partido de General Pueyrredon* (N.º 47, diciembre 2024). Universidad Nacional de Mar del Plata. <https://nulan.mdp.edu.ar/infosociolaboral/>
- INDEC. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Mar del Plata Entre Todos. (2018). *Segundo Informe de Monitoreo Ciudadano: Ambiente*. <https://mardelplataentretodos.org/repositorio/items/show/189>
- Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (Eds.). (2013). *General introduction: the return of social innovation as a scientific concept and a social practice. The international handbook on social innovation: Collective action, social learning and transdisciplinary research*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781849809993>
- Mulgan, G. (2007). *Social innovation: What it is, why it matters and how it can be accelerated*. The Young Foundation. https://www.researchgate.net/publication/277873357_Social_Innovation_What_It_Is_Why_It_Matters_and_How_It_Can_Be_Accelerated
- Municipio de General Pueyrredon. (2025). *Servicios urbanos*. <https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/el-partido-de-general-pueyrredon-comprende-las-siguientes-localidades-y>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-51>

DE LA FE AL PATRIMONIO: EL CASO DE LA PEREGRINACIÓN A NUESTRA SEÑORA DE ITATÍ (CORRIENTES- ARGENTINA)

López, Clara Lucía

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

claralucialopez54@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2828-9566>

Guillán Bosch, María Isabel

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

maisgui@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1186-4042>

Ramírez Gómez, Esteban Daniel

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

esteban.daniel.ramirez.gomez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4792-2243>

Vidarte, Pablo Joel Alejandro

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

joelvidarte014@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1411-1109>

Navarro Fernández, Sara Elisa

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

nzaraheliza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3839-0173>

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar el fenómeno socio-religioso de la peregrinación a Nuestra Señora de Itatí, celebrada en la provincia de Corrientes (Argentina), como patrimonio cultural inmaterial religioso y su relevancia para los jóvenes de 20 a 30 años de la ciudad de Resistencia, Chaco (Argentina) que participan en ella. A través de entrevistas semi estructuradas, el estudio busca identificar los vínculos que los peregrinos establecen con esta advocación mariana, así como las esferas de patrimonialización en las que se inscriben. Con un enfoque

cualitativo, descriptivo y exploratorio, la investigación aborda un vacío académico en los estudios culturales, en particular en el ámbito del patrimonio inmaterial religioso. Finalmente, el estudio destaca la participación activa de los fieles como un bien patrimonial y la manera en que sus vínculos se expresan a través de su implicación en la peregrinación. Se espera que los resultados obtenidos sirvan como insumo para futuros estudios en esta línea de investigación.

Palabras clave: Patrimonio cultural religioso- Peregrinación a Nuestra Sra. De Itatí-Vínculos patrimoniales

ABSTRACT

This research aims to analyze the socio-religious phenomenon of the pilgrimage to our Lady of Itatí, celebrated in the province of Corrientes (Argentina), as intangible religious cultural heritage and its relevance for young people aged 20 to 30 from the city of Resistencia, Chaco (Argentina) who participate in it. Through semi-structured interviews, the study seeks to identify the links that pilgrims establish with this marian devotion, as well as the spheres of heritage in which they are inscribed. With a qualitative, descriptive, and exploratory approach, the research addresses an academic gap in cultural studies, particularly in the field of intangible religious heritage. Finally, the study highlights the active participation of the faithful as a heritage asset and the way in which their links are expressed through their involvement in the pilgrimage. It is hoped that the results obtained will serve as input for future studies in this line of research.

Keywords: Religious Cultural Heritage – Pilgrimage to Our Lady of Itatí – Patrimonial Bonds

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación corresponde a una tesis de grado en proceso de la Licenciatura en Gestión y Desarrollo Cultural, que se dicta en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Dicho trabajo se enmarca en la comprensión de la **cultura** como las maneras que tiene determinado grupo social de relacionarse con el mundo y con sus semejantes, entendiéndola como modos de hacer, pensar, sentir y actuar de los individuos (Sepúlveda López, 2009). Bajo esta mirada, se propone el estudio de aquellas comunidades frecuentes y familiares que fortalecen su acervo cultural y generan nuevas formas de relación (Giménez, 2009).

Para describir el caso de la Peregrinación a Nuestra Señora de Itatí, primeramente, debe contextualizarse dónde se desarrolla esta manifestación e identificar su ubicación geográfica. La ciudad de Itatí es la cabecera del departamento homónimo, en el norte de la provincia de Corrientes, Argentina. En esta ciudad, se ubica el santuario dedicado a la Virgen Nuestra Señora de Itatí; patrimonio arquitectónico de gran relevancia provincial y regional, que atrae fieles de distintas provincias que conforman la Argentina y países limítrofes como Paraguay, Bolivia, Brasil y Uruguay. El santuario de la Virgen Nuestra Señora de Itatí está a cargo de la congregación católica “Don Orione” desde los años de 1936, quienes son los responsables de organizar anualmente eventos multitudinarios. Entre estos, se destaca la “Peregrinación a Nuestra Señora de Itatí” que se celebra en dos momentos dentro del calendario eclesiástico regional: el 16 de julio (aniversario de la Coronación Pontificia) y la “Peregrinación Juvenil del Nordeste de Argentina (NEA)” en la tercera semana de septiembre. Estas movilizaciones convocan a miles de personas lo que la convierte en una de las manifestaciones religiosas más relevantes de la provincia de Corrientes, Argentina.

Pese a su gran convocatoria e importancia para quienes la practican, los estudios que anteceden a esta investigación no la mencionan como parte de las expresiones patrimoniales de la

Argentina y más bien, como una práctica descrita como “una tradición, un acto de fe o una cuestión de práctica familia” (Barrios, 2021) De este vacío académico y de ausencias conceptuales en relación con los estudios culturales, surge la presente investigación que busca estudiar los vínculos y demostrar cómo la participación de los fieles en este fenómeno social y cultural forma parte de un bien patrimonial cultural inmaterial religioso de la provincia de Corrientes, Argentina.

2. MARCO CONCEPTUAL

Desde una perspectiva humanista y relacional, el patrimonio cultural no puede comprenderse únicamente como un conjunto de bienes materiales o simbólicos, sino como el resultado de las relaciones significativas que las personas establecen con ellos. Tal como proponen Fontal Merillas y Marín Cepeda (2018) y profundiza Marín Cepeda (2020), el vínculo constituye no solo el punto de partida de lo patrimonial, sino también su fuerza constitutiva y dinamizadora. En este enfoque, el acento se desplaza del objeto patrimonial hacia la experiencia subjetiva que lo activa, lo resignifica y lo proyecta en el tiempo.

La investigación en curso se basa en la identificación de los **vínculos patrimoniales** que tienen los peregrinos a Nuestra Señora de Itatí, los cuales son definidos como un puente o unión de carácter no material que los individuos construyen y proyectan hacia su entorno cultural, a partir de conexiones emocionales que fomentan los procesos de construcción identitaria (Marín-Cepeda, 2020). El vínculo como tal es conceptualizado como detonante y resultado de los procesos de patrimonialización, ya que es en este dónde reside el valor del bien y el eje para la construcción de identidades (Marín-Cepeda, 2020).

Las autoras reconocen diez tipologías de vínculos que permiten mapear las formas en que los sujetos se relacionan con los bienes culturales. Este enfoque resulta especialmente pertinente para abordar manifestaciones religiosas vividas por jóvenes, donde el vínculo patrimonial se configura en la intersección entre creencias, prácticas, memorias y territorios.

El tipo de patrimonio analizado, la peregrinación a Nuestra Sra. de Itatí, corresponde a un tipo de patrimonio cultural denominado **religioso**, que según Molina (2018) deriva de su condición de instrumento que permite asegurar una práctica religiosa. La peregrinación a Nuestra Sra. de Itatí responde a esta definición, además de consignarse en el tercer ámbito de manifestación de la clasificación de patrimonio inmaterial de la UNESCO definida como de **usos sociales, rituales y actos festivos**.

Fontal-Merillas & Marín-Cepeda (2018) definen las funciones del establecimiento de vínculos: la función **adaptativa**, contribuye a la construcción de identidades en constante reformulación, y la función **social**, refuerza el sentimiento de pertenencia a un determinado grupo o cultura.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se inscribe en un enfoque cualitativo, porque busca comprender los fenómenos culturales y sociales desde experiencias y significados de las personas. La finalidad de esta indagación es descriptiva e interpretativa en un doble movimiento que el investigador realiza a fin de generar conocimientos situados en la descripción de la realidad y en la interpretación para la comprensión de los sentidos que otorgan las personas a esa realidad (Sagastizabal & Perlo, 2002).

El trabajo de campo se ha desarrollado mediante entrevistas en profundidad, con un total de cuatro casos relevados hasta el momento. Los participantes pertenecen a dos comunidades religiosas juveniles: el Movimiento de Schoenstatt y la Pastoral Juvenil Resistencia, cuyas trayectorias y prácticas fueron consideradas significativas para explorar dimensiones identitarias, experienciales y simbólicas en el marco del presente estudio.

El diseño metodológico busca identificar, establecer y describir los vínculos que los peregrinos establecen con la manifestación religiosa en estudio. Para ello, se adoptó una estrategia cualitativa que privilegia la reconstrucción de sentidos desde la perspectiva de los actores sociales, con foco en sus experiencias, creencias y modos de participación. El instrumento principal de recolección de datos fue la **entrevista semi estructurada**, herramienta clave dentro de la metodología cualitativa, la cual permite “develar significados sociales, valores, ideas y representaciones que sustentan las prácticas culturales, profundizando en las concepciones que otorgan significado a las acciones” (Sagastizabal & Perlo, 2002).

Las entrevistas fueron diseñadas con preguntas abiertas y descriptores temáticos que habilitaron la emergencia de narrativas situadas, lo que favoreció el acceso a dimensiones subjetivas, emocionales y territoriales que configuran el vínculo de los consultantes con la manifestación religiosa. A los fines de mantener la confidencialidad de los entrevistados cada uno fue identificado con la inicial E + N° de entrevista en función del orden de realización de cada una de ellas: “E1”, “E2”, “E3”, “E4”

Para el análisis del contenido de las entrevistas y su procesamiento, a partir de Fontal Merillas & Marín Cepeda (2018), se diseñó una **ficha de catalogación de datos con los siguientes campos**: Tipo de vínculo, Indicadores clave, Fragmento narrativo (palabras, enunciaciones), esfera del vínculo. La sistematización posterior incluyó procedimientos de codificación temática y análisis de recurrencias discursivas, con el fin de construir categorías interpretativas que dialoguen con los marcos teóricos del estudio y en línea con los planteos de Fontal Merillas & Marín Cepeda (2018).

Previo a la realización de las entrevistas, se implementó un protocolo de consentimiento informado con el objetivo de garantizar la voluntariedad, la confidencialidad y el respeto por los derechos de los participantes. Cada consultante recibió una explicación detallada sobre los propósitos de la investigación, el carácter no obligatorio de su participación, el uso académico de los datos recolectados y las medidas adoptadas para preservar el anonimato.

El consentimiento fue otorgado de manera escrita en un documento que incluía cláusulas sobre el resguardo de la identidad, la posibilidad de desistir en cualquier momento y la autorización para el uso de fragmentos narrativos con fines analíticos. También este consentimiento se realizó en forma oral al inicio de cada entrevista.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del análisis realizado y para favorecer la visualización comparativa de los vínculos identificados en las entrevistas, se procedió a la cuantificación de los fragmentos narrativos y de los identificadores clave asociados a cada vínculo, siguiendo el modelo analítico propuesto por las autoras previamente referenciadas.

Esta estrategia permitió construir un gráfico de representatividad que da cuenta de la frecuencia relativa de cada vínculo. En el corpus presentado, compuesto por un total de 298 fragmentos

narrativos, ofrece datos que evidencian que el vínculo religioso (22.45%) y el vínculo experiencial (22.45%) son los más representativos. En palabras del entrevistado E3: **“el peregrinar es ser los pies de María y llevar con orgullo nuestra fe, lo que nos representa” “Y es muy hermoso porque es verdaderamente sentir que uno ya no camina solo. Que no solo camina el cuerpo de uno que ya son las fuerzas de Dios ahí”**. Este testimonio permite comprender mejor que la participación en esta manifestación es la intersección de la fe, la experiencia personal, y la conexión que los jóvenes participantes tienen con la misma y con la comunidad que los acompaña.

A partir de este procesamiento y de las tipologías previamente establecidas por las autoras Fontal Merillas & Marín Cepeda (2018), del análisis cuantitativo y cualitativo realizado en esta investigación se extrae que de los testimonios analizados se reconocen en total siete vínculos patrimoniales de los diez de referencia de las autoras mencionadas. A cada vínculo se le asignó un color distinto, lo que permite observar con claridad su peso relativo dentro del corpus analizado. Los vínculos con mayor representatividad son el **vínculo religioso** con un 29,8 %y el **vínculo experiencial**, ambos con un 24,8% del total de menciones, lo que evidencia su centralidad en la construcción del sentido de la práctica peregrina. Les sigue el **vínculo amistad/social** con un 20,4%, que remite a la importancia del acompañamiento social que perciben los peregrinos a lo largo del recorrido proveniente de los grupos de apoyo que los acompañan o de las comunidades que se presentan. Al **vínculo espacial** le corresponde casi un 11% lo que permite visualizar la importancia del territorio y del recorrido físico como dimensión significativa. El **vínculo identitario** con un 6,7% y el **vínculo afectivo** con el 5,4% y finalmente el **vínculo familiar** que alcanza el 2,1%.

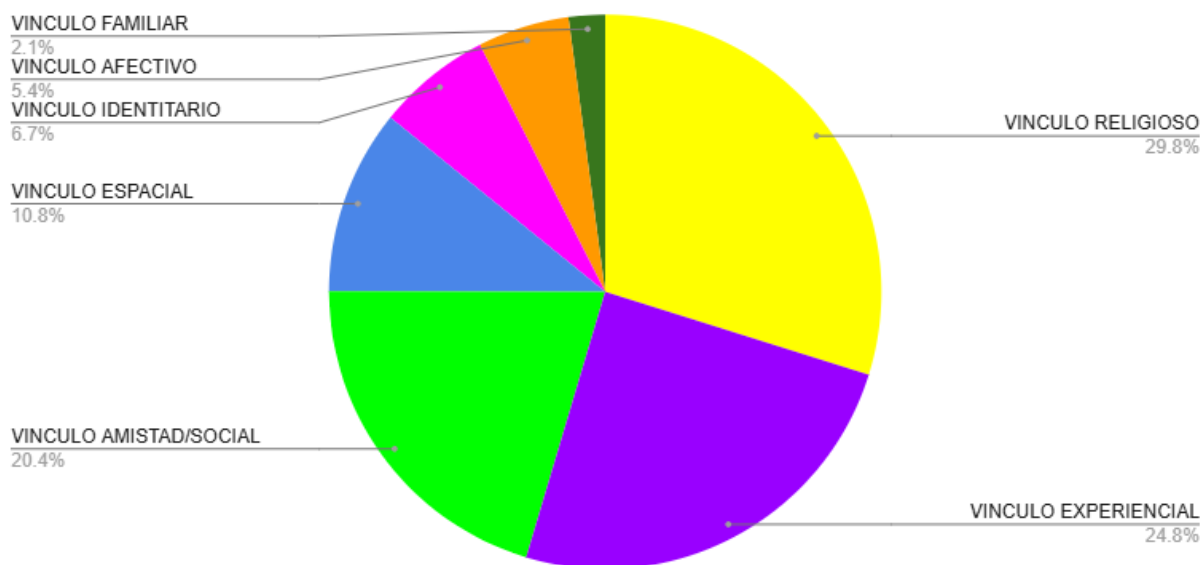


Gráfico 1. Título: Vínculos identificados en el corpus narrativo. Producción propia

5. CONCLUSIONES

El análisis general reflejado en el gráfico expuesto anteriormente de todas las entrevistas realizadas permite establecer y describir los **vínculos patrimoniales** que sustentan que la participación de los **jóvenes** en la Peregrinación a Nuestra Señora de Itatí trasciende el acto de fe individual, constituyéndose como un **proceso complejo y multidimensional** que articula las esferas religiosas y experiencial con la afectiva e identitaria.

Al considerarse un espacio de **construcción identitaria regional**, memoria compartida y transmisión intergeneracional, se ratifica la hipótesis de que la participación de los jóvenes en la peregrinación forma parte del **bien patrimonial cultural inmaterial religioso** de la provincia en estudio, como un elemento fundamental que permite su materialización.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrios, C. (2021). La Virgen de Itatí en el Noreste argentino. En D. A. Mauro (Coord.), *Devociones marianas: Catolicismos locales y globales en la Argentina desde el siglo XIX a la actualidad* (1.a ed., Cap. 5). Prohistoria Ediciones.

Giménez, G. (2009). Cultura, identidad y memoria. Materiales para una sociología de los procesos culturales en las franjas fronterizas. *Revista Frontera Norte*, 21 (41), pp. 7-32.

Fontal-Merillas, O., & Marín-Cepeda, S. (2018). Nudos Patrimoniales. Análisis de los vínculos de las personas con el patrimonio personal. *Arte, Individuo y Sociedad*, 30(3), 483–500.

Marín-Cepeda, S. (2020). El patrimonio cultural y artístico, los vínculos y las comunidades patrimoniales en red. Indicadores de alto impacto a través de las TIC. *Artnodes*, (26), 1–9.

Molina, M (2018). Los bienes culturales de interés religioso. Vol. 4 Núm.2 (2018): Patrimonio y Bienes culturales de interés religioso. Estudios Monográficos. *Revista Latinoamericana de Derecho y Religión*. Centro UC Derecho y Religión.

Sagastizabal, M A., & Perlo, C L (2002) “La investigación-acción: como estrategia de cambio en las organizaciones. Cómo investigar en las instituciones educativas” Edit. Stella 2a. ed. 268 p.

Sepúlveda López, M (2009) La Animación Sociocultural: Conceptos, fundamentos y prácticas. Diseño e impresión: Francisco Vélez. Producción Gráfica Editorial: Mónica Sepúlveda - Escuela de Animación Juvenil www.animacionjuvenil.org

UNESCO (2003) Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-52>

LA CONSTRUCCIÓN DEL JUGADOR DE AGE OF EMPIRES EN CULTURA, EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA

Vidarte, Pablo Joel Alejandro

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

joelvidarte014@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1411-1109>

Ramírez Gómez, Esteban Daniel

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

esteban.daniel.ramirez.gomez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4792-2243>

Guillán Bosch, María Isabel

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

maisgui@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1186-4042>

Navarro, Sara

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

nzaraheliza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3839-0173>

López, Clara Lucia

Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADYCC) – Universidad Nacional del
Nordeste (UNNE)

Resistencia, Chaco. Argentina

claralucialopez54@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2828-9566>

RESUMEN

El videojuego Age of Empires (de ahora en adelante referido como AoE) se ha convertido en un clásico que trasciende el entretenimiento para configurarse como un dispositivo cultural, educativo y tecnológico. Este trabajo propone indagar en cómo el juego contribuye a la construcción del jugador, a través de una encuesta semiestructurada aplicada a cinco jugadores-participantes. A partir de sus respuestas, se analizan en tres dimensiones que ya se han desarrollado en períodos iniciales a esta investigación, que es desde lo cultural, educativo y tecnológico. Los resultados muestran que AoE activa la curiosidad histórica, favorece el desarrollo de habilidades prácticas como la administración, multitarea, toma de decisiones bajo presión y genera una diversidad de identidades ligadas tanto a la investigación como a la

pertenencia comunitaria. Además, se reflexiona sobre la producción de la propia encuesta como un dispositivo organizador de discursos y resignificador de experiencias lúdicas. En suma, el videojuego se presenta como un espacio simbólico donde el jugador se constituye en sujeto activo de su aprendizaje, su identidad y su memoria

Palabras clave: Cultura, Educación, Herramienta, Tecnología, Videojuego

ABSTRACT

The videogame Age of Empires (hereinafter referred to as AoE) has become a classic that transcends entertainment to be configured as a cultural, educational, and technological device. This work aims to investigate how the game contributes to the construction of the player, through a semi-structured survey applied to five player-participants. Based on their responses, three dimensions are analyzed that have already been developed in the initial stages of this research: cultural, educational, and technological. The results show that AoE activates historical curiosity, favors the development of practical skills such as administration, multitasking, decision-making under pressure, and generates a diversity of identities linked both to research and to community belonging. In addition, it reflects on the production of the survey itself as an organizing device of discourses and a re-signifier of ludic experiences. In short, the videogame is presented as a symbolic space where the player becomes an active subject of their learning, identity, and memory.

Keywords: Culture, Education, Tool, Technology, Videogame

1. INTRODUCCIÓN

El videojuego Age of Empires (de ahora en adelante referido como AoE), fue lanzado en 1997 y se consolidó como uno de los referentes del género de estrategia en tiempo real. Su propuesta, centrada en la administración de civilizaciones históricas, la gestión de recursos y la planificación estratégica, lo convierte en un artefacto cultural que trasciende el mero entretenimiento. A más de veinte años de su lanzamiento, la saga mantiene su vigencia gracias a expansiones, remasterizaciones y su capacidad de adaptarse a distintos contextos tecnológicos.

La relevancia de este estudio radica en comprender como AoE contribuye a la construcción del jugador-historiador dentro de las dimensiones cultural, educativa y tecnológica. Los videojuegos, entendidos como dispositivos culturales, movilizan competencias cognitivas, sociales y simbólicas (Sedeño, 2010), y posibilitan que los jugadores se reconozcan como actores activos en la producción de significados.

El objetivo de este trabajo es indagar en la construcción del jugador de Age of Empires en cultura, educación y tecnología, a partir de la sistematización de una encuesta aplicada a cinco jugadores-participantes con trayectorias diversas en la saga.

La hipótesis que orienta la investigación sostiene que AoE no solo funciona como herramienta de entretenimiento, sino que también constituye un espacio simbólico donde los jugadores construyen identidades y memoria, adquieren aprendizajes históricos y prácticos, así como también se adaptan a los cambios tecnológicos.

Objetivo general

- Indagar en la construcción del jugador de Age of Empires en cultura, educación y tecnología, a partir de la sistematización de una encuesta aplicada a cinco jugadores-participantes con trayectorias diversas en la saga.

Objetivos específicos

- Describir la construcción del jugador de Age of Empires en las dimensiones cultural, educativa y tecnológica.
- Analizar los aprendizajes y habilidades que los jugadores reconocen haber desarrollado a partir de la práctica lúdica.

2. MARCO CONCEPTUAL

La investigación se apoya en los aportes de distintos autores que han problematizado la relación entre videojuegos, cultura y aprendizaje.

En primer lugar, los videojuegos pueden entenderse como dispositivos culturales (Sedeño, 2010) capaces de activar competencias cognitivas, sociales y culturales a través de una lógica participativa en la que el jugador no es un receptor pasivo, sino un agente activo en la construcción de significados. Estas competencias, situadas en contextos específicos, condensan representaciones históricas y sociales que contribuye a la configuración de identidades individuales y colectivas. Esta noción de Sedeño (2010) puede ser ampliada desde la perspectiva de Roger Chartier (1992), quien propone que los objetos culturales, como es el caso del videojuego, no solo portan significados, sino que instauran “formas de apropiación” que varían según los contextos sociales, históricos y tecnológicos.

Para Aldegani y Cabañes Martínez (2022) los videojuegos constituyen entramados tecnoculturales en los que se cruzan lo simbólico y lo tecnológico. Esto permite mirar estos entramados como espacios dinámicos de aprendizaje y socialización. En línea con esta perspectiva, Giménez (2009), retomando a Geertz, define a la cultura como “un entramado de significados” y los videojuegos aparecen como artefactos que objetivan sentidos y que, mediante la interacción simbólica, refuerzan y transforman identidades.

En el campo educativo, Bruner (1997) plantea que el aprendizaje se realiza en contextos culturales mediados por elementos simbólicos, y distingue tres modos de construcción del conocimiento: el aprender haciendo que es el “*enactivo*”, el que se da a través de imágenes y mapas mentales, el “*icónico*” y, por último, por medio de datos y conceptos que es el “*simbólico*”. Estos aportes permiten comprender cómo el videojuego AoE promueve aprendizajes históricos y estratégicos a partir de la experiencia directa que tiene jugador.

Otros aportes relevantes provienen de Edith Litwin (2005), quien señala que los videojuegos introducen estilos cognitivos basados en la exploración, la simulación y el ensayo y error, ofreciendo aprendizajes transferibles a otros contextos. En relación con esto, Carina Lion y Mariana Maggio (2019), sostienen que la inclusión de tecnologías en las prácticas de enseñanza potencia nuevas formas de construcción del conocimiento, en tanto los videojuegos activan competencias reflexivas, tácticas y estratégicas. En cuanto a lo metodológico, los aportes de Norma G. Gutiérrez Serrano (2011) invitan a repensar la relación investigador – sujeto y considerar la experiencia del sujeto como parte intrínseca del objeto de estudio, especialmente en investigaciones cualitativas. Este enfoque dialoga con la propuesta de Simone Belli y Cristian López Raventós (2019), quienes, desde la arqueología cultural de los videojuegos, destacan la necesidad de explorar la experiencia del jugador como archivo vivo de memorias y prácticas lúdicas. Por último, los aportes de Derly F. Poveda-Pineda y José E. Cifuentes-Medina (2020) subrayan que la integración de las tecnologías en el aprendizaje superior representa un desafío para docentes y estudiantes, y que videojuegos como AoE pueden ofrecer entornos que favorecen tanto la reflexión como la interacción simbólica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se encuentra en su fase inicial y se enmarca en una investigación de tipo cualitativo porque busca comprender los fenómenos sociales de manera situada y reflexiva, en la que se privilegia la construcción de sentidos para captar la realidad a través de las personas que conforman la muestra en estudio. De esta manera, poder profundizar sobre los distintos procesos de indagación que surjan (Cifuentes Gil, 2011). Esta investigación tiene un diseño metodológico descriptivo-exploratorio, enfocado en describir el estado de la realidad (Sagastizabal & Perlo, 2002) a través de la recolección obtenida en las cinco encuestas realizadas. Estas encuestas son de tipo semiestructurada con preguntas cerradas o precodificadas por la investigación y otras preguntas abiertas, donde el encuestado debe completar con su expresión o propias palabras.

Estas encuestas son “sin participación de encuestador o autoadministradas” (Marradi y otros, 2007) confeccionada por medio de un formulario de Google. En cuanto a la muestra, está compuesta por cinco jugadores de Age of Empires de las provincias de Chaco y Corrientes, (Argentina). Por resguardo de la información brindada por los encuestados y aspectos éticos aplicados en esta investigación, los jugadores encuestados serán denominados “jugadores-participantes” y se los mencionará como “JP1”, “JP2”, “JP3”, “JP4” Y “JP5” respectivamente. La encuesta semiestructurada incluyó las siguientes dimensiones:

- Trayectoria como jugadores: primer contacto con los videojuegos, primer acercamiento a la saga y frecuencia de juego que tiene en la actualidad.
- Significados atribuidos al juego como entretenimiento, aprendizaje histórico, pertenencia comunitaria.
- Autodefinición como jugador: identidad y características como jugador.
- Aprendizajes y habilidades adquiridas en el videojuego.
- Valoración de expansiones y remasterizaciones del videojuego.

Antes de iniciar la recolección de datos, se garantizó el consentimiento informado de los jugadores-participantes, quienes accedieron voluntariamente a responder el formulario digital (Google Forms) diseñado para este estudio. Esta condición ética fue cumplida de manera previa a la instancia de entrevista, a fin de asegurar la participación libre y consciente de cada consultante. Si bien la muestra es acotada, permitió acceder a experiencias heterogéneas que enriquecen el análisis: desde jugadores que comenzaron su vínculo con AoE en los “cibers” de los años 2000, hasta quienes actualmente juegan de forma cotidiana en la versión Definitive Edition (en adelante, DE).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se orientó al análisis de la construcción del jugador de Age of Empires en cultura, educación y tecnología de los resultados obtenidos en las encuestas semiestructuradas aplicadas.

La construcción del jugador desde la cultura: expresa vínculos con la historia y con sentidos de pertenencia. Algunos se definieron como “*descubridor*” o “*investigador*” (JP1), otros como “*nerd*” (JP2) o como parte de la “*vieja escuela*” (JP4). Estas autodefiniciones reflejan que el jugador de AoE se constituye en una identidad cultural que se sitúa como algo atravesado por la memoria y la comunidad. Para el JP1, “*el juego fue descrito como motivador de investigaciones sobre civilizaciones antiguas*”, y para el JP2 “*como una puerta de acceso a narrativas históricas poco difundidas en otros medios*”. El AoE también fue evocado por el JP3 como “*motor de juntada con amigos*”, evidenciando al juego AoE con su rol en la construcción de comunidades.

La construcción del jugador desde la educación: a través de los testimonios encuestados destacan aprendizajes históricos, estratégicos y prácticos. Para el JP3, afirma que el juego fue la mejor forma de aprender historia. Para otros como JP3 y JP5, resaltan las habilidades transferibles como la administración de recursos. Mientras que para el JP2 es la optimización del multitasking y para el JP4 es la toma de decisiones bajo presión. En ciertos casos, los aprendizajes trascendieron al ámbito laboral o académico: un jugador aplicó lo aprendido en la gestión de su presupuesto personal, afirmación del JP5. Y para el JP3 fue la enseñanza de una educación tecnológica.

La construcción del jugador desde la tecnología: los jugadores-participantes en esta investigación valoran positivamente las expansiones y mejoras técnicas. La DE fue celebrada por su equilibrio entre fidelidad y actualización gráfica, afirmación realizada por el JP2. Otro jugador, el JP4, destacó las acciones y posibilidad de personalización. El JP5 remarcó la inclusión de nuevas civilizaciones en las expansiones. El paso de partidas LAN en cibers a plataformas en línea muestra la capacidad de adaptación de los jugadores, quienes mantienen un lazo de continuidad con la experiencia original.

Para finalizar, la realización de la encuesta semiestructurada, generó reflexiones en los jugadores, algunos de los cuales sugirieron mayor brevedad en el dispositivo o una encuesta de

tipo cerrada, con variables ya definidas por el equipo de investigadores. Esto confirma que el instrumento no es neutro, ya que organiza discursos, sistematiza las experiencias y forma parte del proceso de construcción del objeto de estudio que es el jugador del AoE.

5. CONCLUSIONES

El análisis muestra que AoE se constituye como un dispositivo cultural complejo que interviene en la construcción del jugador en tres planos. En el plano cultural, los jugadores asumen un conjunto variado de identidades como “investigador, nerd vieja escuela” y se conectan con narrativas históricas que refuerzan la memoria colectiva. En el plano educativo, el juego genera aprendizajes transferibles, tanto estratégicos como prácticos, que se aplican en contextos académicos, laborales y personales. En el plano tecnológico, la saga demuestra su vigencia a través de actualizaciones y entregas que son apropiadas y resignificadas por los jugadores. Finalmente, la reflexión sobre la producción de la encuesta semiestructurada confirma que los dispositivos metodológicos también son culturales, ya que organizan experiencias y contribuyen a comprender al jugador como sujeto activo de su práctica.

REFERENCIAS

- Aldegani, E. & Cabañes Martínez, E. (2022). *El videojuego como dispositivo cultural. Diálogo con la Dra. Eurídice Cabañes Martínez*. E-Tramas, (5), 71–83. Recuperado a partir de <http://e-tramas.fi.mdp.edu.ar/index.php/e-tramas/article/view/50> (Original work published 31 de marzo de 2020).
- Belli, S., & Raventós, C. L. (2019). *Arqueología cultural de los videojuegos. Entre discursos nostálgicos, experiencia del gamer e innovación tecnológica*. Antropología Experimental nº 19, 2019. Texto 6: 51-66. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17561/rae.v19.06>
- Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Machado Grupo de Distribución, S.L.
- Chartrier, R. (1992) *El mundo como representación: Historia cultural entre práctica y representación*. Gedisa
- Cifuentes Gil, R. M. (2011). *Diseño de proyectos de investigación cualitativa*. Buenos Aires: Noveduc.
- Giménez, G. (2009). Cultura, identidad y memoria. Materiales para una sociología de los procesos. *Frontera Norte*, 7-32.
- Gutiérrez Serrano, N. G. (2011). Repensar la relación investigador - sujeto. Pautas para resignificar la investigación educativa. *Revista de Educación*, 13-38.
- Lion, C., & Maggio, M. (2019). Desafíos para la enseñanza universitaria en los escenarios digitales contemporáneos. Aportes desde la investigación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(1), 13-25.
- Litwin, E., & (Compiladora). (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Marradi, A., Archenti, N., & Piovani, J. I. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Emecé Editores.
- Poveda-Pineda, D. F., & Cifuentes-Medina, J. E. (2020). Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior. *Formación Universitaria*, 13(6), 95-104. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000600095>
- Sagastizabal, M. Á., & Perlo, C. L. (2002). *La investigación-acción como estrategia de cambio en las organizaciones : cómo investigar en las instituciones educativas*. Buenos Aires: La Crujía Editores.
- Sedeño, A. (2010). *Videojuegos como dispositivos culturales: las competencias espaciales en educación*. Revista Científica de Educomunicación, XVII (34), 183-189. <https://doi.org/10.3916/C34-2010-03-018>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-53>

DOCENTES FRENTE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN BACHILLERATO: UN ESTUDIO EXPLORATORIO EN DEGOLLADO, JALISCO

Jiménez Bernardino, Ángel Ernesto

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México
mxangeljim@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4537-2070>

Álvarez Ascencio, Jorge Alberto

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México
jorgea@sems.udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7928-4226>

RESUMEN

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la educación constituye un fenómeno disruptivo con potencial para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En América Latina, las investigaciones se han concentrado en contextos urbanos, relegando a comunidades rurales y semiurbanas donde la desigualdad digital condiciona la innovación pedagógica. Este estudio analiza las percepciones, usos y necesidades de capacitación en IA entre 23 docentes de bachillerato en Degollado, Jalisco. La muestra, autoadministrada en agosto de 2025, corresponde a más del 50% del profesorado local, que atiende a más del 60% de los jóvenes en edad escolarizada. El cuestionario, de carácter exploratorio, fue validado por expertos, piloteado y aplicado en su tercera administración comparativa. Los resultados muestran que, aunque 87% posee computadora personal, 35% carece de conectividad estable y solo 35% ha recibido capacitación digital reciente. Entre 52% y 83% han utilizado IA en la docencia, principalmente de manera esporádica. Las percepciones son positivas (100% considera que mejora la calidad educativa), pero emergen preocupaciones sobre plagio, sesgos algorítmicos y dependencia estudiantil. Al contextualizar con datos sociodemográficos, se identificó una brecha entre cabecera municipal y comunidades restantes: 50.5% de las viviendas en cabecera dispone de Internet frente a 28.7% en localidades rurales. Se concluye que la adopción de IA no depende de la disposición docente —que es alta—, sino de condiciones habilitadoras como conectividad, capacitación y lineamientos éticos. El estudio ofrece un diagnóstico pionero para diseñar políticas diferenciadas en educación media superior.

Palabras clave: Bachillerato, brecha digital, docentes, inteligencia artificial, Jalisco.

ABSTRACT

The incorporation of artificial intelligence (AI) in education is a disruptive phenomenon with the potential to transform teaching and learning processes. In Latin America, research has focused mainly on urban settings, leaving rural and semi-urban communities underexplored, where digital inequality strongly influences pedagogical innovation. This study analyzes perceptions, practices, and training needs related to AI among 23 high school teachers in Degollado, Jalisco. The survey, self-administered in August 2025, covered more than 50% of the local faculty, who serve over 60% of the school-age youth in the municipality. The questionnaire was exploratory in nature, expert-reviewed, pilot tested, and applied in its third comparative administration. Findings indicate

that while 87% of teachers own a personal computer, 35% lack stable internet access and only 35% have received digital training in the past two years. Between 52% and 83% reported using AI tools in teaching, mainly sporadically. Perceptions were highly positive (100% stated AI improves educational quality), though concerns emerged regarding plagiarism, algorithmic bias, and student dependency. Contextual analysis revealed a structural gap between the municipal seat and surrounding rural communities: 50.5% of households in the seat had internet access compared to only 28.7% in rural areas. The study concludes that AI adoption depends less on teacher willingness—which is high—and more on enabling conditions such as connectivity, professional development, and ethical guidelines. This exploratory diagnosis provides an initial basis for differentiated policies in Mexican upper secondary education.

Keywords: Artificial intelligence, digital divide, high school, Jalisco, teachers.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la educación constituye uno de los fenómenos más disruptivos de la última década, con un potencial transformador en la enseñanza, el aprendizaje y la gestión académica. Organismos internacionales como la UNESCO (2023) y la OCDE (2022) han documentado beneficios como la automatización de tareas, la retroalimentación personalizada y la optimización de procesos administrativos; no obstante, también advierten riesgos relacionados con la ampliación de la brecha digital, la pérdida de autonomía pedagógica y dilemas éticos vinculados con la autoría y el uso responsable de los contenidos.

En México y América Latina, los estudios sobre IA educativa se concentran en contextos urbanos, mientras que las realidades de municipios semiurbanos y rurales permanecen poco exploradas. Estas comunidades enfrentan retos asociados a dispersión poblacional, rezago educativo, migración y limitada infraestructura digital.

En este marco, el objetivo general de la investigación fue analizar percepciones, usos y necesidades de capacitación en IA entre docentes de bachillerato público en Degollado, Jalisco, con el fin de identificar barreras, oportunidades y propuestas para una adopción equitativa. La hipótesis planteó que la integración de la IA se encuentra en etapas iniciales —sustitución y aumento, según el modelo SAMR— y que las limitaciones de conectividad en localidades rurales restringen la transición hacia niveles transformadores.

La relevancia del estudio se sostiene en tres planos: en lo académico, aporta evidencia empírica a un campo incipiente en México; en lo político-social, responde a la urgencia de diseñar políticas diferenciadas que atiendan las brechas territoriales y eviten que la innovación amplíe desigualdades (UNESCO, 2023); y en lo ético, visibiliza comunidades históricamente marginadas, cuya exclusión digital reproduce inequidades educativas (Matías & Vigo, 2022).

2. MARCO CONCEPTUAL

La incorporación de la IA en la educación impacta de forma directa en las prácticas docentes y los procesos de aprendizaje. Sus aplicaciones abarcan desde tutores inteligentes y retroalimentación automática hasta asistentes de redacción, generación de contenidos y análisis de datos. Sin embargo, su apropiación es desigual y depende de las competencias docentes, la infraestructura y los marcos institucionales y regulatorios disponibles.

Apropiación diferenciada de la IA

Estudios recientes muestran que algunos docentes integran la IA en planeación, evaluación y acompañamiento, mientras que otros permanecen en condiciones de desconocimiento o resistencia, debido a la falta de capacitación y recursos. Esto evidencia la necesidad de definir perfiles competenciales para un uso crítico, ético y pedagógicamente pertinente.

El modelo SAMR (Puentedura, 2006) resulta clave para comprender esta diversidad: en Degollado la mayoría de los docentes se ubica en niveles básicos de sustitución y aumento,

mientras que pocos experimentan con prácticas de modificación y redefinición. Este modelo permite mapear el estado actual y proyectar rutas de evolución pedagógica.

Brecha digital y desigualdades estructurales

La brecha digital es un obstáculo central para la equidad educativa. No se limita al acceso a dispositivos, sino también a la conectividad, la formación y la confianza institucional. En zonas rurales y semiurbanas, la conectividad deficiente, la obsolescencia de equipos y los altos costos de acceso limitan la apropiación docente de la IA. Investigaciones como las de Olson et al. (2025) y Jongebloed et al. (2024) destacan que la brecha es también social y pedagógica, pues restringe la formación continua y la capacidad de innovación.

Vacíos normativos y necesidad de lineamientos

El avance normativo es más lento que la adopción tecnológica. En México, la regulación digital se ha centrado en el teletrabajo genérico, sin atender las especificidades pedagógicas del uso de IA. Sin embargo, la enseñanza involucra procesos sociales y éticos que no pueden subsumirse en categorías laborales administrativas. Por ello, resulta prioritario establecer lineamientos diferenciados en torno a capacitación docente, protección de datos, equidad territorial en el acceso y pautas claras para un uso pedagógico pertinente.

En síntesis, el marco conceptual se organiza en tres ejes: apropiación diferenciada de la IA, explicada por competencias e infraestructura (analizada mediante el modelo SAMR); brecha digital rural, entendida como fenómeno multidimensional que condiciona acceso y formación (Olson et al., 2025; Jongebloed et al., 2024); y vacíos normativos, que evidencian la falta de marcos específicos para la docencia. Estos ejes permiten articular el caso de Degollado con debates internacionales sobre IA educativa, destacando los avances y limitaciones estructurales que enfrenta el profesorado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se enmarcó en una investigación de campo con fase documental, de enfoque mixto y alcance exploratorio-descriptivo, orientada a reconocer las condiciones de apropiación de la inteligencia artificial (IA) en la docencia de bachillerato. La población estuvo conformada por docentes de una universidad local del municipio de Degollado, Jalisco, no pertenecientes a los subsistemas estatal o federal. Mediante un muestreo intencional no probabilístico, se recabaron respuestas de 23 docentes, lo que representa más del 50% del profesorado de bachillerato del municipio y atiende a más del 60% de los jóvenes en edad escolarizada de la región.

El instrumento principal fue un cuestionario autoadministrado aplicado en agosto de 2025, diseñado con base en literatura reciente y validado por expertos. Incluyó reactivos tipo Likert sobre competencias digitales y actitudes, ítems dicotómicos sobre infraestructura y uso de IA, y preguntas abiertas para captar percepciones. Su validez de contenido fue asegurada por revisión académica y consenso, y su fiabilidad mostró un alfa de Cronbach bajo en ítems Likert ($\alpha \approx 0.30$) y un KR-20 aceptable en ítems dicotómicos. Estos resultados confirman su pertinencia para fines descriptivos y exploratorios, aunque no constituye un instrumento psicométrico estandarizado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil docente

La muestra estuvo conformada por 23 docentes de bachillerato, con una edad promedio de 39 años (rango 26–64), predominio masculino (65%) y experiencia profesional heterogénea. Las áreas de enseñanza se distribuyeron en humanidades y artes (35%), ciencias exactas (22%), ciencias sociales (9%), tecnologías (9%) y otras (26%), lo que refleja diversidad disciplinaria en el ejercicio docente.

Acceso y competencias digitales

Aunque 87% de los participantes cuenta con computadora personal, más de un tercio (35%) reporta conectividad inestable, lo que limita el aprovechamiento de herramientas digitales. En los últimos dos años solo 35% recibió capacitación formal en competencias digitales. En términos

de autoevaluación, 39% se considera competente, 35% poco competente y 26% muy competente, evidenciando una distribución desigual de habilidades.

Uso de inteligencia artificial

Entre el 52% y el 83% de los docentes ha incorporado alguna herramienta de IA en su práctica educativa. La mayoría (68%) lo hace de manera esporádica, mientras que un 21% la utiliza varias veces por semana. Los usos más frecuentes corresponden a búsqueda de información, elaboración de materiales y creación de presentaciones, es decir, funciones de apoyo instrumental.

La Tabla 1 resume los hallazgos en relación con el modelo SAMR y la taxonomía de Bloom, mostrando que la integración de la IA se concentra en los niveles básicos (sustitución y aumento), con menor presencia en modificación y ausencia de experiencias consolidadas de redefinición.

Tabla 1.

Correspondencia de usos docentes de IA con el modelo SAMR y la taxonomía de Bloom

Nivel SAMR	% de docentes (estimado)	Ejemplos identificados	Correspondencia Bloom
Sustitución	~70%	Consultar información en ChatGPT, traducción de textos	Recordar – Conocer
Aumento	~60%	Crear presentaciones en Canva, elaborar cuestionarios automáticos, generar resúmenes	Comprender – Aplicar
Modificación	~25%	Retroalimentación diferenciada, apoyo a estudiantes con necesidades específicas, generación de rúbricas	Analizar – Sintetizar
Redefinición	<10%	Exámenes automáticos, videos interactivos, simulaciones incipientes	Crear – Evaluar

Fuente: elaboración propia a partir de Puentedura (2006), Campos Renata (2021) y Cuenca, Ontaneda y Ontaneda (2021).

Percepciones y necesidades

El total de docentes reconoce que la IA puede mejorar la calidad educativa: 57% lo considera de manera importante y 43% de forma moderada. Entre las principales preocupaciones destacan el plagio, los sesgos algorítmicos y la dependencia estudiantil, mientras que existe un interés unánime (100%) en recibir capacitación, con preferencias variadas entre modalidades presencial, asincrónica y mixta.

Contexto territorial y brecha digital

El análisis territorial confirma que los docentes atienden a estudiantes provenientes de 86 localidades rurales con fuertes limitaciones de acceso a TIC. La Tabla 1 ilustra el contraste entre la cabecera municipal y las comunidades restantes: mientras que en la cabecera 50.5% de las viviendas cuenta con internet y 35.2% con computadora, en las localidades los porcentajes descienden a 28.7% y 14.7%, respectivamente.

Tabla 2.

Contexto territorial (cabecera vs. localidades restantes)

Indicador	Comunidades restantes (85)	Cabecera municipal
Población total	9,614	11,612
Grado promedio de escolaridad	5.8	7.9
Viviendas con computadora/tablet/laptop	14.7%	35.2%
Viviendas con Internet	28.7%	50.5%
Viviendas sin TIC	2.3%	0.8%

Fuente: IIEG (2022, 2025).

Síntesis interpretativa

Los hallazgos muestran que los docentes de Degollado se sitúan mayoritariamente en los niveles básicos del modelo SAMR, utilizando la IA como herramienta instrumental más que transformadora. La falta de experiencias en redefinición no responde a falta de disposición docente, sino a limitaciones estructurales de conectividad y capacitación.

Este contraste territorial sugiere que las estrategias de adopción de IA deben ser diferenciadas: En la cabecera municipal, aprovechar la infraestructura relativamente mayor para implementar proyectos piloto de innovación.

En las localidades rurales, priorizar la conectividad básica, el acceso a dispositivos y programas de formación gradual, evitando que la innovación amplíe la desigualdad educativa.

5. CONCLUSIONES

El estudio muestra que la integración de la inteligencia artificial en la docencia de bachillerato en Degollado enfrenta barreras principalmente asociadas a la conectividad inestable y a la falta de capacitación especializada, mientras que la disponibilidad de computadoras y la aceptación unánime de los docentes representan oportunidades para avanzar en la apropiación pedagógica de la IA. Los hallazgos confirman que la disposición del profesorado no constituye un obstáculo; por el contrario, la limitación radica en la ausencia de condiciones habilitadoras que permitan transitar de un uso meramente instrumental hacia prácticas transformadoras. En este sentido, resulta indispensable diseñar estrategias de formación situada, establecer lineamientos éticos y garantizar un acceso equitativo a la infraestructura, diferenciando las necesidades de la cabecera municipal de las comunidades rurales.

La investigación aporta evidencia pionera en un municipio semiurbano y rural, subrayando que la equidad en la adopción de IA educativa requiere políticas diferenciadas y sensibles al contexto territorial. Su alcance exploratorio y el tamaño de la muestra —23 docentes, representativos de la comunidad local aunque limitados en términos estadísticos— impiden generalizar ampliamente los resultados, pero ofrecen un diagnóstico sólido para abrir nuevas líneas de investigación. Entre ellas destacan la ampliación del estudio a otros municipios, la incorporación de metodologías cualitativas para profundizar en percepciones y resistencias, y el desarrollo de estudios longitudinales que evalúen el impacto de la capacitación docente en la transición hacia usos pedagógicos más innovadores de la inteligencia artificial.

REFERENCIAS

- Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG). (2022, agosto). Diagnóstico municipal de Degollado, Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/10/Degollado.pdf>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG). (2025, junio 27). Principales resultados de la ENDUTIH 2024 en Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2025/06/ficha_principales_resultados_ENDUTIH_jalisco_2024.pdf
- Jongebloed, H., Anderson, K., Winter, N. et al. The digital divide in rural and regional communities: a survey on the use of digital health technology and implications for supporting technology use. *BMC Res Notes* 17, 90 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13104-024-06687-x>
- Matías, J., & Vigo, M. (2022). Exclusion and inequality in rural schools: An ethnographic study on school coexistence. *Ethnography and Education*, 17(4), 489–506. <https://doi.org/10.1080/17457823.2022.2103838>
- OECD (2022), OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>.

- Olson, K., Phillips, A., Smyth, J. D., & Stenger, R. (2025). The urban–rural digital divide in internet access and online activities during the COVID-19 pandemic. *Rural Sociology*, 90(3), e70012. <https://doi.org/10.1111/ruso.70012>
- O'Malley, E., Hynes, W., & Lyons, S. (2024). Exacerbating the divide? Investigating rural inequalities in high speed broadband availability. *Telecommunications Policy*, 48(8), 102693. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102693>
- Puenteadura, Ruben. (2006). Transformation, Technology, and Education [Diapositiva de Power Point]. Recuperado de <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- UNESCO. (2023). Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2023: Tecnología en la educación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/2023reportflyer_SP.pdf

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-54>

INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LAS TAXONOMÍAS DE BLOOM Y SOLO

Villagrán Villegas, Luz Yazmín

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
yvillagran@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3860-2923>

Reyes Ortega, Karlos

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
karreyes@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3900-6592>

Morales Ramírez, Nayely

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
namorales@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5417-561X>

Pintado González, Azalia

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
apintado@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5081-0453>

RESUMEN

El objetivo de este estudio es, en primer lugar, analizar el impacto de la inteligencia artificial generativa (IAG) en el aprendizaje de los nativos digitales del área de ingeniería, poniendo énfasis en las dimensiones cognitivas y emocionales en la era pos-pandemia, mediante la aplicación conjunta de las taxonomías de Bloom y SOLO y el enfoque de Sistemas Suaves (SSM). En segundo término, se busca diseñar y aplicar un modelo sistémico para la integración efectiva de tecnologías emergentes y de la IAG en programas de ingeniería, considerando factores como estilos de aprendizaje, motivación, competencias digitales y pensamiento crítico de los estudiantes. A partir de un enfoque metodológico mixto y con apoyo de la SSM, se evaluaron indicadores como motivación, comprensión, aplicación y profundidad del aprendizaje, tomando como marcos de referencia la Taxonomía de Bloom y la Taxonomía SOLO. Los resultados muestran una correlación significativa entre el uso de tecnologías adaptativas y el desarrollo de aprendizajes profundos, así como un incremento en la motivación intrínseca y la mejora del enfoque académico. El estudio contribuye a la comprensión del papel de la IAG como catalizador de nuevas formas de aprender y enseñar en la educación universitaria de la era digital, subrayando sus retos y oportunidades para la docencia y el rediseño pedagógico.

Palabras clave: Aprendizaje profundo, Inteligencia Artificial Generativa, Sistemas Blandos, Taxonomía de Bloom, Taxonomía SOLO.

ABSTRACT

The primary objective of this study is to analyze the impact of generative artificial intelligence (GAI) on the learning of digital natives in engineering, with particular emphasis on the cognitive and emotional dimensions in the post-pandemic era. This was carried out through the combined application of Bloom's and SOLO taxonomies together with the Soft Systems Methodology (SSM). Secondly, the study seeks to design and implement a systemic model for the effective integration of emerging technologies and GAI into engineering programs, considering factors such as learning styles, motivation, digital competencies, and critical thinking among students. Using a mixed-methods approach supported by SSM, indicators such as motivation, understanding, application, and depth of learning were evaluated, with Bloom's Taxonomy and the SOLO Taxonomy serving as analytical frameworks. The results reveal a significant correlation between the use of adaptive technologies and the development of deep learning, alongside increased intrinsic motivation and improved academic engagement. This study contributes to the understanding of GAI as a catalyst for new ways of learning and teaching in higher education, highlighting both the challenges and opportunities it presents for university teaching and pedagogical redesign in the digital era.

Keywords: Bloom's Taxonomy, Deep learning, Generative Artificial Intelligence, Soft Systems Methodology, SOLO Taxonomy.

1. INTRODUCCIÓN

La educación universitaria contemporánea se encuentra en un proceso de transformación constante, impulsado por la digitalización y la integración de tecnologías emergentes. Entre estas, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ocupa un lugar destacado, pues no solo amplía las posibilidades de innovación pedagógica, sino que también plantea desafíos éticos y metodológicos que demandan una reflexión crítica. La IAG incide en la motivación del estudiante, en la calidad de los aprendizajes y en el rediseño de estrategias formativas que trascienden la simple transmisión de información.

En este escenario, la práctica docente requiere una reconfiguración que fomente el análisis, la creatividad y el pensamiento crítico. Para lograrlo, es indispensable articular el uso de la IAG con marcos pedagógicos sólidos que garanticen un empleo ético y orientado al aprendizaje profundo. Este estudio se apoya en tres referentes conceptuales complementarios: la Taxonomía de Bloom, que organiza los aprendizajes en distintos niveles de complejidad cognitiva (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001); la Taxonomía SOLO, que evalúa la estructura y calidad del aprendizaje (Biggs & Collis, 1982); y la Metodología de Sistemas Suaves (SSM), que ofrece un marco holístico para analizar fenómenos educativos complejos (Checkland & Scholes, 1990).

El objetivo de esta investigación es analizar la integración de la IAG en la enseñanza universitaria mediante Bloom, SOLO y SSM, identificando retos, oportunidades y posibilidades para consolidar entornos de aprendizaje más efectivos, resilientes e innovadores.

La elección de Bloom, SOLO y SSM responde a la necesidad de comprender la complejidad del aprendizaje mediado por tecnologías emergentes desde tres perspectivas complementarias: la cognitiva, la estructural y la sistémica. En conjunto, proporcionan un andamiaje robusto para evaluar cómo la IAG transforma las prácticas docentes y los procesos de aprendizaje en la educación universitaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló a partir de un enfoque mixto secuencial explicativo, que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para analizar el impacto de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la enseñanza universitaria, articulando las Taxonomías de Bloom y SOLO con la Metodología de Sistemas Suaves (Soft Systems Methodology, SSM) (Checkland, 1990; Checkland & Scholes, 2000).

Diseño general

La investigación se organizó en dos fases. La primera, cuantitativa, aplicó un cuestionario tipo Likert a estudiantes y docentes de programas de ingeniería, diseñado a partir de los niveles cognitivos de Bloom (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001) y de los niveles estructurales de la Taxonomía SOLO (Biggs & Collis, 1982). La segunda, cualitativa, se fundamentó en el análisis reflexivo con la SSM, que permitió representar tensiones y dinámicas educativas a través de mapas ricos, definiciones raíz y modelos conceptuales.

Instrumentos y validación

El cuestionario incluyó variables relacionadas con motivación, comprensión, aplicación del conocimiento y profundidad del aprendizaje. Estas fueron operacionalizadas según Bloom y SOLO, mientras que la validación de contenido se realizó mediante juicio de expertos. La confiabilidad del instrumento se verificó con el coeficiente Alfa de Cronbach ($\alpha = 0.89$). En la fase cualitativa, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a docentes, enfocadas en el rol mediador de la IAG, la validación crítica de contenidos y las estrategias de integración pedagógica.

Procedimiento

La investigación siguió los siete estadios de la SSM (Checkland & Scholes, 1990):

1. Situación problemática no estructurada: identificación de tensiones docentes ante la integración de IAG.
2. Expresión de la problemática: elaboración de mapas ricos que visibilizaron actores, procesos y conflictos.
3. Definiciones raíz: formulación de sistemas educativos deseables mediante CATWOE Clientes, Actores, Transformación, Weltanschauung, (Visión del Mundo), Dueños y Entorno.
4. Modelos conceptuales: construcción de representaciones ideales de enseñanza mediada por IAG.
5. Comparación con la realidad: contraste de modelos con los hallazgos cuantitativos y narrativos.
6. Cambios deseables y factibles: identificación de mejoras en formación docente, motivación estudiantil y diseño curricular.
7. Acción: propuesta de lineamientos éticos y pedagógicos para la integración responsable de IAG.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos se procesaron con estadística descriptiva e inferencial (correlaciones de Pearson), mientras que los cualitativos se analizaron mediante análisis de contenido temático. La triangulación metodológica permitió articular ambos niveles de análisis, asegurando consistencia y validez interpretativa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos de la investigación muestran que la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) es un recurso innovador para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Desde la Taxonomía de Bloom, se evidenció que los estudiantes superan la memorización y reproducción, avanzando hacia la aplicación, el análisis y la evaluación. Esto ocurre porque las herramientas generativas facilitan prácticas contextualizadas y retroalimentación inmediata (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001).

El análisis con la Taxonomía SOLO evidenció una progresión desde aprendizajes multiestructurales, centrados en información fragmentada, hacia niveles relacionales y abstractos ampliados, donde el conocimiento se integra y aplica en contextos novedosos. En este sentido, la IAG actúa como catalizador del razonamiento crítico y la transferencia de aprendizajes, en concordancia con la educación 4.0 (Biggs & Collis, 1982).

La aplicación de la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) fue clave para interpretar los cambios emergentes. A través de mapas ricos y modelos conceptuales, se identificaron tensiones y oportunidades: estudiantes reportan mayor autonomía y motivación, mientras que los docentes asumen un rol mediador y crítico en la validación ética del conocimiento (Checkland, 1981; Checkland & Poulter, 2010).

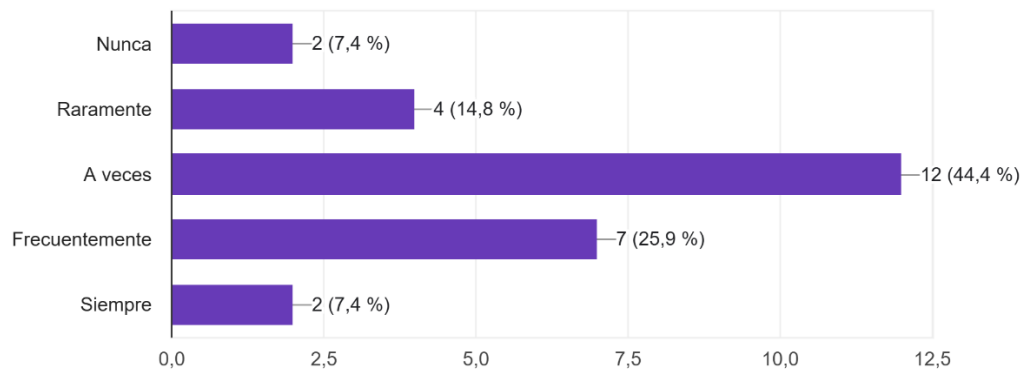
Sin embargo, persisten desafíos como la dependencia tecnológica, la aceptación acrítica de respuestas y la necesidad de fortalecer competencias digitales y críticas (Salinas, 2022).

Figura 1

Resultados del cuestionario sobre el uso de las tecnologías emergentes (IA, RA, RV, gamificación, etc.) en la práctica docente.

Utilizo tecnologías emergentes (IA, RA, RV, gamificación, etc.) en mi práctica docente:

27 respuestas



Nota. Cantidad de docentes que emplean tecnologías emergentes en escala de frecuencia ordinal, con una población de 27 docentes.

4. CONCLUSIONES

La presente investigación evidencia que la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) puede constituir un recurso estratégico en la educación universitaria cuando su implementación se sustenta en marcos pedagógicos sólidos. El análisis con la Taxonomía de Bloom demostró que la IAG favorece la transición hacia niveles cognitivos superiores, mientras que la Taxonomía SOLO confirmó su aporte al desarrollo de aprendizajes estructurados, relacionales y transferibles.

El uso de la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) permitió interpretar la complejidad del fenómeno educativo, destacando el papel del docente como mediador crítico y la necesidad de

considerar múltiples perspectivas institucionales y sociales en la integración de estas tecnologías.

Si bien se identifican beneficios en términos de motivación, autonomía y profundidad cognitiva, también se advierten riesgos relacionados con la dependencia tecnológica, la aceptación acrítica de respuestas y la insuficiente formación digital de docentes y estudiantes.

En síntesis, la incorporación de la IAG no debe entenderse como una innovación meramente instrumental, sino como una oportunidad para rediseñar prácticas educativas más críticas, reflexivas y adaptativas, orientadas a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior contemporánea.

REFERENCIAS

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I. Cognitive domain*. David McKay Company.
- Cardoso, A., Cerecedo, M., & Ramos, M. (2013). *Metodología de sistemas blandos en la investigación educativa*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Wiley.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2010). *Soft systems methodology*. In M. Reynolds & S. Holwell (Eds.), *Systems approaches to managing change: A practical guide* (pp. 191–242). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-809-4_7
- Checkland, P., & Scholes, J. (1990). *Soft systems methodology in action*. Wiley.
- Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), 494–503.
- Del Águila Ríos, Y., Capelo, M. R. T. F., Varela, J. M. C., Antequera, J. G., & Antequera Barroso, J. A. (2019). Creatividad y tecnologías emergentes en educación. *INFAD Revista de Psicología. Revista Internacional de Psicología Educativa y del Desarrollo*, 3(1), 527–534. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v3.1529>
- EDUCAUSE. (2024). *Informe Horizonte EDUCAUSE 2024: Edición de Enseñanza y Aprendizaje*. EDUCAUSE. <https://library.educase.edu/resources/2024/5/2024-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Grajek, S., & EDUCAUSE Top 10 Panel. (2023, October 16). *Los 10 mejores de EDUCAUSE 2024: Resiliencia institucional*. EDUCAUSE Review. <https://er.educase.edu/articles/2023/10/2024-educause-top-10-institutional-resilience>
- Huang, C. (2024). Integración de la taxonomía de Bloom con el aprendizaje de IA: Una nueva pedagogía para la creatividad y la autonomía. *Asian Conference on Arts & Humanities (ACAH) 2024*. https://papers.iafor.org/wp-content/uploads/papers/acad2024/ACAH2024_78762.pdf
- Muscanell, N. (2024, January 8). *Observatorio de tendencias en educación superior 2024*. EDUCAUSE. <https://www.educase.edu/ecar/research-publications/higher-education-trend-watch/2024>
- Ögeyik, M. C., Karabay, A., & Eke, E. (2022). Uso de la taxonomía digital de Bloom como marco para evaluar los resultados del aprendizaje en línea durante la pandemia de COVID-19. *Education and Information Technologies*, 27, 5121–5139. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11064-x>

- Robert, J. (2024, February 26). *2024 EDUCAUSE AI landscape study*. EDUCAUSE. <https://www.educause.edu/ecar/research-publications/2024/2024-educause-ai-landscape-study>
- Rosignoli, S. (2023). Inteligencia artificial generativa y la formación de formadores: Aportes desde la perspectiva de la tecnología educativa. *Pregunta/Cuestión*, 3(76). <https://doi.org/10.24215/16696581e857>
- Saqr, M., Ng, W., Viberg, O., & Jovanović, J. (2024). Sistemas dinámicos complejos en educación: Conceptos, métodos y aplicaciones. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2501.10386>
- Salinas, J. (2022). Innovación educativa y transformación digital: Retos y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 45–63. <https://doi.org/10.35362/rie8815220>
- Villagrán-Villegas, L. Y., Patiño-Ortiz, M., Patiño-Ortiz, J., & Siordia-Vásquez, X. (2024). Implementación de un modelo sistémico en la enseñanza de nanotecnología para la educación básica: Un estudio de caso. *Amazonia Investiga*, 13(66), 206–216. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/2658>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-55>

NATIVOS DIGITALES Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO

Martínez Meza, Margarita

Instituto de Estudios Universitarios
Puebla, Puebla, México
margamar7@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9552-0484>

Villagrán Villegas, Luz Yazmín

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
yvillagran@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3860-2923>

Fernández Valdés, Dayvis

Instituto Tecnológico Superior de Acayucan
Acayucan, Veracruz, México
dayvis.vl@itsacayucan.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9974-6272>

García Muñoz Luis Agustín

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
leliagustingarcia@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6921-5579>

RESUMEN

En el contexto de la educación superior, los nativos digitales (ND) enfrentan oportunidades y desafíos únicos en la adopción de la inteligencia artificial generativa (IAG) como parte de sus procesos de aprendizaje. Esta investigación tuvo como objetivo examinar el impacto de la IAG en las dimensiones cognitivas y emocionales de estudiantes universitarios identificados como ND, empleando las taxonomías de Bloom y SOLO junto con la Metodología de Sistemas Suaves (SSM). Mediante un diseño de métodos mixtos, aplicado a una muestra de 80 estudiantes de ingeniería, se evaluaron indicadores como motivación, comprensión, aplicación y profundidad del aprendizaje. Los hallazgos revelan una correlación significativa entre la integración de tecnologías adaptativas y el desarrollo de aprendizajes profundos, la motivación intrínseca y un mayor compromiso académico. Los resultados también muestran que la IAG facilita la transición de aprendizajes superficiales a niveles de pensamiento superior, incluyendo el análisis crítico y la resolución creativa de problemas. Esta investigación aporta evidencia sobre la IAG como catalizador de experiencias transformadoras en los ND, destacando su potencial para fortalecer la resiliencia, la autonomía y el pensamiento crítico en la educación universitaria pospandemia.

Palabras clave:

Ingeniería de Sistemas, Inteligencia Artificial Generativa, Motivación, Taxonomía de Bloom, Taxonomía SOLO.

ABSTRACT

In the context of higher education, digital natives (DN) face unique opportunities and challenges in adopting Generative Artificial Intelligence (GAI) as part of their learning processes. This research sought to investigate the impact of GAI on the cognitive and emotional dimensions of university students identified as DN, employing Bloom's and SOLO taxonomies together with the Soft Systems Methodology (SSM). Utilizing a mixed-methods design applied to a sample of 80 engineering students, indicators such as motivation, understanding, application, and depth of learning were evaluated. The findings demonstrate a significant correlation between the integration of adaptive technologies and the development of deep learning, intrinsic motivation, and greater academic engagement. Furthermore, the results indicate that GAI facilitates the transition from surface learning to the acquisition of higher-order thinking, encompassing critical analysis and creative problem solving. This research provides evidence of GAI as a catalyst for transformative experiences among DN, highlighting its potential to fortify resilience, autonomy, and critical thinking in post-pandemic university education.

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital acelerada por la COVID-19, impulsó la integración de tecnologías emergentes (**TE**) en la educación. La **inteligencia artificial generativa (IAG)** emerge como una de las herramientas en el entorno contemporáneo.

El análisis de las **TE** no debe limitarse a los beneficios funcionales, sino extenderse a dimensiones cognitivas y emocionales claves sobre estudiantes **Nativos Digitales (ND)** (Prensky, M., 2001). ¿Cómo impactan las **TE**, especialmente la **IAG**, en las dimensiones cognitivas y emocionales del aprendizaje de los **ND** en la era post pandemia, y qué marcos metodológicos permiten comprender mejor estos efectos?

Este estudio busca analizar el impacto de la **IAG** en el aprendizaje de los **ND** del área de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, enfocándose en las dimensiones cognitivas y emocionales en la era post pandemia, mediante el uso combinado de las taxonomías de Bloom y SOLO y el enfoque de **SSM**; y aplicar un modelo de intervención sistémica que orienta la integración efectiva de la **IAG**, con base en los hallazgos sobre estilos de aprendizaje, motivación, competencias digitales y pensamiento crítico de los **ND** en programas de ingeniería. Para esta investigación se analizó: La integración de tecnologías emergentes, en particular la Inteligencia Artificial Generativa (**IAG**), incide de manera significativa en las dimensiones cognitivas y emocionales del aprendizaje de los nativos digitales en contextos educativos pospandemia. Bajo el enfoque de la Metodología de Sistemas Suaves, y con el apoyo de las taxonomías SOLO y Bloom, es posible comprender de forma integral dichos efectos y orientar la construcción de intervenciones educativas más efectivas en programas de ingeniería.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Impacto de la IAG en el aprendizaje

La **IAG** es sólo una herramienta de automatización, sino una tecnología con un fuerte potencial epistémico, con la capacidad de transformar las formas en que se construye el conocimiento, se estimula la creatividad y se personaliza el aprendizaje. Esta tecnología no sustituye al educador, lo interpela a renovar sus estrategias pedagógicas para fomentar habilidades críticas, éticas y metacognitivas en los estudiantes (Rosignoli, 2023)

2.2 Tendencias Globales y desafíos de la educación

En la última década, instituciones como EDUCAUSE y Horizon Reports han documentado una adopción creciente de **TE** en educación, que propone una transformación pedagógica que incluya

modelos educativos centrados en el aprendizaje colaborativo, proactivo y basado en desafíos. En este marco, el informe *EDUCAUSE Horizon Report 2024* subraya que la educación post-pandemia exige una redefinición estructural de las prácticas docentes, impulsada por la integración de la **IAG**, la accesibilidad, la resiliencia emocional y el bienestar estudiantil (EDUCAUSE, 2024). El *AI Landscape Study 2024* muestra el tránsito hacia una integración estratégica de la **IA**, que exige marcos éticos, políticas claras y formación docente adecuada (Robert, 2024).

2.3 El aprendizaje de los ND

Estudios como los de Prensky (2001) y Siles (2008) sugieren que la exposición temprana a la tecnología influye en la evolución cognitiva y en nuevas formas de interacción con el conocimiento. Esta realidad demanda una alfabetización digital integral que trascienda la operatividad técnica y fomente el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la ciudadanía digital (Cabero Almenara, 1996).

En este sentido, la noción de **ND** no debe idealizarse como advierten Cabra y Marciales (2009), se corre el riesgo de invisibilizar factores estructurales del fracaso escolar si no se consideran las desigualdades que permean el acceso y uso significativo de las tecnologías.

2.4 Brecha digital y formación docente

La incorporación de **TE** en la educación enfrenta múltiples desafíos, entre ellos la persistente brecha digital, la insuficiente formación docente y la resistencia institucional al cambio (Concari, 2014). Los docentes más jóvenes y vinculados a proyectos de innovación lideran esta transformación, lo que evidencia la urgencia de una formación continua en competencias digitales, aunado a otros retos estructurales (Banco Interamericano de Desarrollo, 2023).

2.5 Fundamentos de la Metodología de SSM

La **SSM** permite el análisis estructural de las actividades humanas mediante modelos conceptuales que reflejan múltiples perspectivas, facilitando la toma de decisiones y la mejora institucional (Cardoso, Cerecedo y Ramos 2013). La **SSM** profundiza en las condiciones subyacentes del problema (Villagrán-Villegas et al., 2024), ofreciendo una vía efectiva para el rediseño y optimización de programas educativos. Permite modelar los sistemas educativos desde la perspectiva del usuario, clarificando elementos como clientes, actores, transformación, visión del mundo, propietarios y entorno (Checkland & Scholes, 1990).

2.6 Taxonomía SOLO

Desarrollada por Biggs y Collis (1982), **SOLO** se enfoca en cómo los estudiantes organizan y transforman el conocimiento a partir de cinco niveles en su progresión cognitiva: preestructural, uniestructural, multiestructural, relacional y extendido abstracto. En esta investigación, resulta crucial para valorar el impacto de **TE** como la **IAG**, desde un enfoque cualitativo al permitir distinguir entre aprendizajes superficiales y aprendizajes profundos mediados por ellas.

2.7 Taxonomía de Bloom

Desarrollada por Benjamin Bloom y su equipo. El modelo original plantea una jerarquía de seis niveles cognitivos con el propósito de clasificar el dominio cognitivo: Conocimiento, Comprensión, Aplicación, Análisis, Síntesis y valuación (Bloom, 1956). Anderson y Krathwohl (2001), reorganizaron los niveles como verbos activos: *recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear*, además de integrar una dimensión del conocimiento (factual, conceptual, procedimental y metacognitivo), facilitando su aplicación en procesos de enseñanza centrados en el desarrollo de competencias complejas y pensamiento crítico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con un enfoque metodológico mixto con diseño secuencial explicativo, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas coherentes con la **SSM**. En la fase cuantitativa se aplicó un cuestionario tipo Likert validado por juicio de expertos ($\alpha = 0.89$) a 80 estudiantes de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, seleccionados según criterios de integración tecnológica. Las variables evaluadas —motivación, comprensión, frecuencia de uso de tecnología, interés, enfoque, aprendizaje y percepción del impacto— fueron operacionalizadas conforme a las taxonomías de **Bloom** y **SOLO**.

La segunda fase, cualitativa, permitió interpretar los resultados desde una perspectiva sistémica. A través del análisis de contenido temático y la construcción de modelos conceptuales, identificamos patrones, tensiones y oportunidades dentro del sistema educativo. Esta etapa profundizó en las dinámicas subyacentes a la interacción de los actores con **TE**, particularmente la **IAG**.

La integración de la **SSM** como marco de análisis permitió trascender la visión lineal del fenómeno, abordando la complejidad del aprendizaje en **ND** mediante un enfoque que favorece la comprensión y la propuesta de soluciones desde múltiples perspectivas.

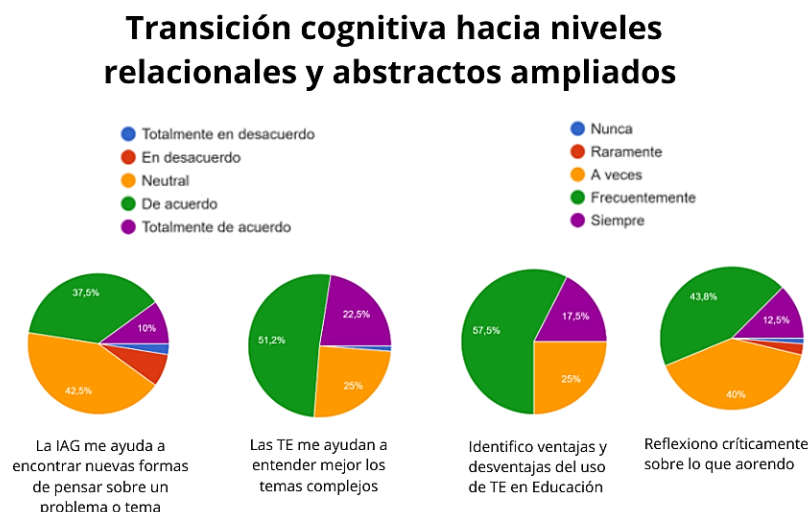
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Inteligencia **IAG** representa un recurso innovador para potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje. En relación con la **Taxonomía de Bloom**, se identifica que los estudiantes no se limitan a memorizar o reproducir información, sino que logran avanzar hacia niveles superiores como la **aplicación, el análisis y la evaluación**; debido a que las herramientas generativas facilitan escenarios de práctica contextualizada, donde el estudiante puede aplicar los conceptos a situaciones diversas y recibir retroalimentación inmediata (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001).

El análisis con la **Taxonomía SOLO** permitió observar un tránsito progresivo de los estudiantes desde aprendizajes **multiestructurales**, caracterizados por la acumulación de información fragmentada, hacia aprendizajes **relacionales y abstractos ampliados**, donde los conocimientos se integran y aplican en contextos novedosos (Biggs & Collis, 1982). La **IAG**, actúa como un catalizador que estimula el razonamiento crítico y la transferencia de aprendizajes, alineándose con los objetivos de la **educación 4.0** (figura 1).

Figura 1

Respuesta de los estudiantes y su transición cognitiva a estadios superiores.



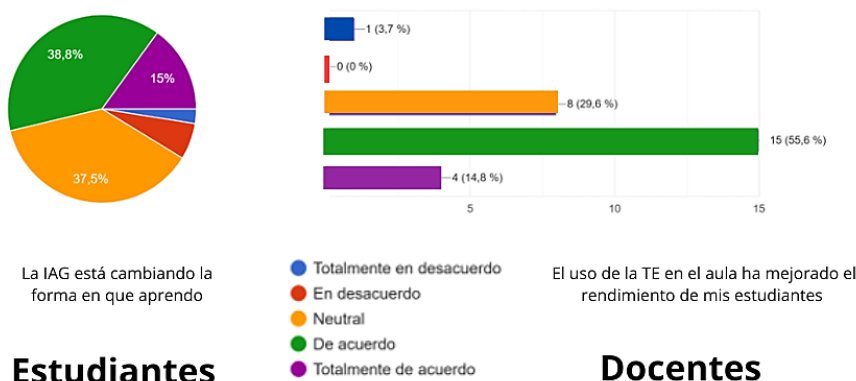
Nota. Muestra de 80 estudiantes de la Universidad Veracruzana

El uso de la **SSM** fue fundamental para interpretar los cambios emergentes en el ecosistema educativo. El enfoque sistémico permitió mapear las percepciones de los actores involucrados —docentes y estudiantes— a través de **mapas ricos y modelos conceptuales**, revelando tensiones y oportunidades en la integración de la **IAG**. Los resultados muestran que los estudiantes perciben una **mayor autonomía y motivación**, (figura 2).

Figura 2

Gráficas que muestra el paralelismo entre las respuestas de los estudiantes y los docentes.

Cambios emergentes en el ecosistema educativo



Nota. Muestra de 80 estudiantes de la Universidad Veracruzana

Aplicar la **IAG** también plantea desafíos como el riesgo de **dependencia tecnológica**, la tendencia a aceptar respuestas sin un proceso de verificación y la necesidad de fortalecer las competencias digitales y críticas. Estos aspectos resaltan la importancia de insertar la **IAG** dentro de un marco pedagógico sólido que contemple las oportunidades y los límites de su implementación (Salinas, 2022).

La incorporación de la **IAG** en ambientes educativos universitarios, analizada desde los marcos de Bloom, SOLO y SSM, confirma que su valor no reside únicamente en la **generación de contenido automático**, sino en su capacidad de transformar las **dinámicas de aprendizaje y enseñanza**. El enfoque de SSM permite comprender este fenómeno, resaltando que la innovación educativa debe sustentarse en un proceso de reflexión crítica, participación de los actores y adaptación continua de las prácticas pedagógicas.

5. CONCLUSIONES

La IAG impacta en los procesos de aprendizaje de los nativos digitales en el ámbito universitario, siempre que su incorporación se realice dentro de un marco pedagógico sólido y reflexivo. La articulación de la Metodología de Sistemas Suaves con las taxonomías SOLO y Bloom permitió analizar de manera integral tanto los avances cognitivos como las dimensiones emocionales implicadas, ofreciendo una visión más completa del fenómeno educativo.

Los resultados evidencian que la IAG apoya el aprendizaje significativo, favorece la motivación intrínseca y facilita la transición hacia niveles superiores de comprensión crítica. Al mismo tiempo, impulsa la evolución de aprendizajes superficiales hacia aprendizajes profundos y abstractos, lo que fortalece competencias clave como el pensamiento crítico, la creatividad y la autonomía.

No obstante, también se identifican riesgos asociados, como la dependencia tecnológica, la validación insuficiente de la información y la necesidad de reforzar las competencias digitales en docentes y estudiantes. Por ello, la verdadera aportación de la IAG no radica únicamente en su capacidad de generar contenidos, sino en su integración como herramienta mediadora que favorezca modelos educativos humanos, adaptativos y éticos.

La incorporación de la IAG, no solo transforma las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, sino que también abre la posibilidad de diseñar intervenciones educativas más efectivas y resilientes, capaces de responder a los desafíos de la educación superior en la era pospandemia.

REFERENCIAS

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. Academic Press.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *Competencias digitales docentes en América Latina y el Caribe: Resultados de la autoevaluación de 28,000 docentes*. BID. <https://publications.iadb.org/en/node/36903>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I. Cognitive domain*. David McKay Company.
- Cabero Almenara, J. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *EDUTEC: Revista electrónica de tecnología Educativa*, (1), 1. <http://www.uib.es/depart/gte/revelec1.html>
- Cabra Torres, F. y Marciales Vivas, GP (2009). Nativos digitales: ¿ocultamiento de factores generadores de fracaso escolar? *Revista Iberoamericana de Educación*, 50, 113–130. Recuperado de <https://doi.org/10.35362/rie500665>
- Cardoso Espinosa, E. O., Cerecedo Mercado, M. T., & Ramos Mendoza, J. R. (2013). *Evaluación institucional basada en los sistemas suaves*. Palibrio.
- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Wiley.
- Checkland, P. B., & Scholes, J. (1990). *Soft Systems Methodology in Action*. John Wiley & Sons.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2010). *Soft systems methodology*. In M. Reynolds & S. Holwell (Eds.), *Systems approaches to managing change: A practical guide* (pp. 191–242). Springer.
- Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), 494-503.
- EDUCAUSE. (2024). *Informe Horizonte EDUCAUSE 2024: Edición de Enseñanza y Aprendizaje*. EDUCAUSE. <https://library.educause.edu/resources/2024/5/2024-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Prensky, M. (2001). *Nativos digitales, inmigrantes digitales. Parte 1*. En el Horizonte, 9(5), 1–6. Recuperado de https://desarrollodocente.uc.cl/wp-content/uploads/2020/03/Digital_Natives_Digital_Inmigrants.pdf
- Robert, J. (2024, February 26). 2024 EDUCAUSE AI Landscape Study. EDUCAUSE. <https://www.educause.edu/ecar/research-publications/2024/2024-educause-ai-landscape-study>
- Rosignoli, S. (2023). Inteligencia Artificial Generativa y la Formación de Formadores: Aportes desde la perspectiva de la Tecnología Educativa. *Pregunta/Cuestión*, 3 (76). <https://doi.org/10.24215/16696581e857>
- Salinas, J. (2022). *Innovación educativa y transformación digital: retos y oportunidades*. Revista Iberoamericana de Educación, 88(1), 45–63.
- Siles, Ignacio (2008) “A la conquista del mundo en línea: Internet como objeto de estudio (1990-2007)” en *Revista Comunicación y Sociedad*, No. 10 Julio-Diciembre, Universidad de

- Guadalajara, Guadalajara 55-79.
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=34601003>
Villagrán-Villegas, LY, Patiño-Ortiz, M., Patiño-Ortiz, J., & Siordia-Vásquez, X. (2024).
Implementación de un modelo sistémico en la enseñanza de nanotecnología para la
educación básica: Un estudio de caso. *Amazonia Investiga*, 13 (66), 206–216.
<https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/2658>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-56>

INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO EDUCATIVO: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA ESTUDIANTEL

Mazurkiewicz, Iris

UNICYT

Panamá, Panamá

Iris.mazurkiewicz@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4739-2772>

RESUMEN

El presente artículo presenta los hallazgos de la primera fase de una investigación centrada en la integración de la inteligencia artificial (IA) en el proceso educativo de los estudiantes de pregrado de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT). Esta fase inicial forma parte del estudio titulado "Inteligencia Artificial y el Proceso de Aprendizaje en Estudiantes de Pregrado", cuyo objetivo es examinar la influencia de la IA en las dinámicas de aprendizaje. Se utilizó un enfoque metodológico cuantitativo, recopilando información mediante un cuestionario estructurado de opción múltiple, aplicado a una muestra representativa de estudiantes. Los resultados indican que aproximadamente el 75% de los encuestados ha integrado herramientas de IA en su rutina académica, destacando el uso de asistentes virtuales y plataformas de aprendizaje adaptativo. La incorporación de estas herramientas no solo facilita el acceso a la información, sino que también potencia la personalización del aprendizaje y fomenta el desarrollo de habilidades críticas.

Este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones sobre la integración de la IA en entornos educativos, subrayando su potencial transformador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las implicaciones de estos hallazgos son significativas para la comunidad académica, ya que contribuyen a la formulación de políticas educativas que consideren la adopción efectiva de tecnologías emergentes en la educación superior. La investigación también resalta la necesidad de seguir explorando cómo la IA puede adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, garantizando así un aprendizaje más efectivo y accesible para todos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, aprendizaje, educación, estudiantes de pregrado, personalización.

ABSTRACT

This article presents the findings from the first phase of a research project focused on the integration of artificial intelligence (AI) in the educational process of undergraduate students at the International University of Science and Technology (UNICYT). This initial phase is part of a broader study titled "Artificial Intelligence and the Learning Process in Undergraduate Students," aimed at examining how AI influences learning dynamics.

A quantitative methodological approach was employed, gathering information through a structured multiple-choice questionnaire administered to a representative sample of students. The results reveal that approximately 75% of respondents have incorporated AI tools into their academic routines, highlighting the use of virtual assistants and adaptive learning platforms. The

integration of these tools not only facilitates access to information but also enhances learning personalization and fosters the development of critical skills.

This study provides a solid foundation for future research on AI integration in educational settings, emphasizing its transformative potential in the teaching-learning process. The implications of these findings are significant for the academic community, contributing to the formulation of educational policies that consider the effective adoption of emerging technologies in higher education. Furthermore, the research underscores the need to explore how AI can be tailored to meet individual student needs, ensuring a more effective and accessible learning experience for all.

Keywords: Artificial intelligence, learning, education, undergraduate students, personalization.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje ha evolucionado significativamente a lo largo de la historia, pasando de métodos tradicionales de transmisión verbal de conocimientos, centrados en la memorización, a enfoques más interactivos. Autores como Sócrates y Platón enfatizaron la importancia del diálogo en la enseñanza. Con el surgimiento del conductismo en el siglo XX, el enfoque se centró en el comportamiento observable, promovido por B.F. Skinner, quien destacó el condicionamiento mediante recompensas y castigos. Durante esta época, se introdujeron materiales didácticos estandarizados para facilitar el aprendizaje estructurado.

A finales del siglo XX, el constructivismo emergió como respuesta a las limitaciones del conductismo, defendido por teóricos como Jean Piaget y Lev Vygotsky, quienes argumentaron que el aprendizaje es un proceso activo donde los estudiantes construyen conocimiento a través de la experiencia y la reflexión, fomentando la interacción social.

La llegada de la tecnología transformó la educación, con computadoras y recursos multimedia que promovieron un aprendizaje interactivo. David Jonassen señaló que las tecnologías pueden ser herramientas para la construcción del conocimiento, permitiendo a los estudiantes explorar y experimentar. La educación a distancia también ganó terreno con Internet, brindando acceso a cursos y recursos en línea.

La inteligencia artificial (IA) ha marcado el inicio de una nueva era en el aprendizaje, permitiendo la personalización de la educación al adaptar contenidos y métodos a las necesidades individuales. Investigaciones de Pedro Domingos destacan cómo la IA analiza datos en tiempo real, ofreciendo retroalimentación inmediata y facilitando intervenciones efectivas. Asistentes virtuales y chatbots han mejorado el apoyo educativo, proporcionando respuestas rápidas a las dudas de los estudiantes.

La evolución del aprendizaje, desde métodos tradicionales hasta la integración de la IA, resalta la necesidad de adaptar los enfoques educativos a las tecnologías emergentes. La IA no solo promete mejorar la experiencia de aprendizaje, sino que también abre nuevas oportunidades para transformar el proceso educativo.

Hoy, la educación enfrenta desafíos debido a la rápida evolución tecnológica y la creciente demanda de habilidades críticas en un entorno laboral competitivo. La IA se presenta como una herramienta poderosa para personalizar la educación y mejorar la eficacia del aprendizaje. Sin embargo, su incorporación en la educación es aún incipiente y poco investigada, especialmente en el contexto de estudiantes de pregrado.

Conocer el uso de la IA en este grupo es crucial, ya que los estudiantes de pregrado son la futura fuerza laboral, y su adecuada preparación es esencial para satisfacer las demandas del mercado. La IA puede facilitar la adquisición de competencias necesarias, pero su implementación efectiva requiere una comprensión de su impacto en el aprendizaje.

Además, la IA puede abordar desigualdades en el acceso a recursos educativos, ofreciendo soluciones personalizadas que atiendan las diversas necesidades de los estudiantes. Sin

embargo, la falta de formación en el uso de estas tecnologías puede generar resistencia y desconfianza. Por ello, es fundamental investigar cómo integrar la IA de manera efectiva en el proceso educativo, identificando tanto sus beneficios como sus limitaciones.

Comprender el uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje de los estudiantes de pregrado es esencial para mejorar el proceso educativo y preparar a los futuros profesionales ante un mundo laboral en constante cambio.

2. MARCO CONCEPTUAL

El marco teórico de esta investigación se enfoca en el uso de la inteligencia artificial (IA) en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de pregrado en la UNICYT. La IA ha emergido como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. A medida que la tecnología avanza, es fundamental comprender cómo estas herramientas pueden ser integradas en contextos específicos, como el de Unicyt, para maximizar su impacto.

Conceptualizando la Inteligencia Artificial en Educación esta se refiere, según Russell y Norvig (2016) a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que, tradicionalmente, requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones. En el contexto educativo, la IA puede adoptar múltiples formas, desde sistemas de tutoría personalizados hasta plataformas de aprendizaje adaptativo que responden a las necesidades individuales de los estudiantes. Estos sistemas no solo facilitan el acceso a la información, sino que también promueven un aprendizaje más autónomo y significativo.

La IA se basa en una variedad de técnicas y enfoques, incluyendo el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural y los sistemas expertos. El aprendizaje automático, en particular, permite a los sistemas aprender de datos y mejorar su rendimiento con el tiempo sin ser programados explícitamente para cada tarea (Domingos, 2015). Esta capacidad de adaptación es fundamental en el contexto educativo, donde las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes varían significativamente.

En UNICYT, el uso de la inteligencia artificial puede abarcar diversas aplicaciones, desde la personalización del contenido educativo hasta el análisis del rendimiento académico. Herramientas de IA pueden ayudar a identificar las áreas de mejora de los estudiantes y ofrecer recursos específicos que apoyen su aprendizaje. Esta investigación busca explorar cómo estas herramientas están siendo utilizadas actualmente y cuáles son sus efectos en el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño de investigación de campo. Este diseño permite la recolección de datos directos de los participantes en su entorno natural, lo cual es esencial para comprender la influencia de la inteligencia artificial en el proceso educativo.

La población de estudio estuvo compuesta por estudiantes de pregrado de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT). Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula para el cálculo de muestras en poblaciones finitas, considerando un margen de error aceptable del 5% y un nivel de confianza del 95%.

El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario estructurado que fue distribuido a los estudiantes seleccionados. La validez y fiabilidad del instrumento se aseguró mediante una prueba piloto y ajustes basados en los resultados obtenidos.

El análisis de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas y analíticas, utilizando software especializado para procesar y analizar la información recopilada. Esto permitió extraer conclusiones sobre el uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje de los estudiantes de pregrado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos muestran que aproximadamente el 75% de los estudiantes de pregrado de la UNICyT han incorporado la inteligencia artificial en su proceso de aprendizaje. Entre ellos, el 60% utiliza regularmente asistentes virtuales, plataformas de aprendizaje adaptativo y aplicaciones de recomendación de contenidos, principalmente para reforzar sus conocimientos y gestionar mejor su tiempo de estudio. La frecuencia de uso es notable, ya que alrededor del 45% de los estudiantes emplean estas herramientas varias veces por semana, especialmente en la preparación de tareas y en la búsqueda de recursos complementarios. En general, la integración de la IA en su rutina académica ha sido percibida como un apoyo que mejora la motivación y facilita el acceso a información personalizada, consolidándose como un componente clave en su proceso educativo.

Desde el marco teórico presentado, la alta incidencia (75%) de estudiantes de pregrado en UNICyT que han incorporado herramientas basadas en inteligencia artificial en sus procesos de aprendizaje se puede entender y analizar a partir de los conceptos y enfoques señalados por Russell y Norvig (2016), así como por Domingos (2015).

Primero, la conceptualización de la IA como la capacidad de las máquinas para realizar tareas que requieren inteligencia humana respalda los hallazgos, ya que el uso de asistentes virtuales, plataformas de aprendizaje adaptativo y aplicaciones de recomendación de contenidos representa precisamente estas tareas automatizadas, como la personalización y el análisis del rendimiento. Estos sistemas, que emplean técnicas de aprendizaje automático, permiten a los estudiantes gestionar de manera más autónoma y eficiente su proceso educativo, alineándose con la idea de que la IA fomenta un aprendizaje más significativo y adaptado a las necesidades individuales de los alumnos.

La presencia frecuente de estos recursos, con el 45% de los estudiantes empleándolos varias veces por semana, refleja la efectividad y aceptación de dichas tecnologías. Esto puede interpretarse en consonancia con las afirmaciones de Domingos (2015), quien sostiene que el aprendizaje automático y otras técnicas de IA avanzan mediante la mejora continua a través de la interacción y datos recolectados, enriqueciendo así la experiencia del usuario y fortaleciendo la motivación y la autonomía en el aprendizaje.

Desde el punto de vista del marco teórico, la integración de la IA en el contexto de UNICyT también responde a la necesidad de promover un aprendizaje más personalizado y adaptativo, facilitando la identificación de áreas de mejora, el refuerzo de conocimientos y la mejora en la gestión del tiempo. Estos aspectos son claves para el éxito académico y se logran, según Russell y Norvig, al incorporar sistemas inteligentes que razonan y toman decisiones.

Por último, la percepción de los estudiantes de que la IA apoya y motiva su proceso educativo puede explicarse a partir del potencial de estos sistemas para activar procesos cognitivos superiores como el razonamiento y la toma de decisiones, esenciales para el aprendizaje autónomo y la consolidación del conocimiento. La adopción frecuente y positiva hacia estas herramientas evidencia que la implementación de la IA, si se realiza conforme a los principios tecnológicos y pedagógicos referidos en el marco teórico, puede transformar efectivamente el proceso de aprendizaje universitario en UNICyT.

5. CONCLUSIONES

La investigación ha demostrado que la integración de la inteligencia artificial (IA) en el proceso educativo de los estudiantes de pregrado en la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) tiene un impacto significativo en su experiencia de aprendizaje. Aproximadamente el 75% de los estudiantes han incorporado herramientas de IA en sus rutinas académicas, lo que resalta la aceptación y disposición de los estudiantes para adoptar nuevas tecnologías.

Los hallazgos indican que los estudiantes que utilizan asistentes virtuales, plataformas de aprendizaje adaptativo y aplicaciones de recomendación han reportado mejoras en su motivación y en la gestión de su tiempo de estudio. La personalización del aprendizaje que ofrece la IA

permite a los estudiantes abordar sus debilidades y fortalecer sus conocimientos de manera más efectiva. Además, la IA no solo facilita el acceso a información relevante, sino que también apoya el desarrollo de habilidades críticas, como el pensamiento analítico y la resolución de problemas, esenciales en un entorno laboral cada vez más competitivo y cambiante.

Sin embargo, es importante señalar que, a pesar del potencial de la IA para cerrar brechas en el acceso a recursos educativos, también existen desigualdades en la formación y el acceso a la tecnología. Los estudiantes que carecen de capacitación adecuada en el uso de estas herramientas podrían enfrentar desventajas significativas. Por lo tanto, la falta de formación en el uso de tecnologías puede generar resistencia entre educadores y estudiantes, lo que resalta la necesidad de implementar programas de formación que equipen a ambos grupos con las habilidades necesarias para utilizar la IA de manera efectiva.

REFERENCIAS

Domingos, P. (2015). *The master algorithm: How the quest for the ultimate learning machine will remake our world*. Basic Books.

Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 215-239). Pennsylvania State University.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

Plato. (2000). *The trial and death of Socrates: Euthyphro, Apology, Crito, death scene from Phaedo*. Hackett Publishing.

Skinner, B. F. (1988). *About behaviorism*. Random House.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-57>

FLUCTUACIONES DEL DÓLAR Y SU IMPACTO EN LOS PRECIOS EN PANAMÁ: ANÁLISIS DOCUMENTAL Y ECONÓMTRICO EN ECONOMÍAS DOLARIZADAS

Guerra, Fernando

UNICyT

Panamá, Panamá

Fernando.guerra@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4391-7932>

Mazurkiewicz, Iris

UNICyT

Panamá, Panamá

iris.mazurkiewicz@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4739-2772>

Pandales, Miguel

UNICyT

Panamá, Panamá

miguel.pandales@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8658-2567>

Pérez, Martha

UNICyT

Panamá, Panamá

martha.perez@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9252-8835>

Quirós, Miguel

UNICyT

Panamá, Panamá

miguel.quiros@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5923-7929>

Villavicencio, Mercedes

UNICyT

Panamá, Panamá

mercedes.villavicencio@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3745-0465>

RESUMEN

Este estudio analiza cómo las fluctuaciones del dólar y las condiciones globales afectan los precios en Panamá, país con régimen de dolarización desde 1904. La investigación se estructura en tres objetivos: (1) recopilar literatura científica sobre tipo de cambio, inflación y economías dolarizadas; (2) obtener series históricas del tipo de cambio dólar vs monedas relevantes; y (3) aplicar modelos econométricos (regresiones, VAR, cointegración) para identificar relaciones

entre tipo de cambio e inflación. Se emplea una metodología documental y cuantitativa, con revisión de fuentes académicas y multilaterales, análisis de series temporales y aplicación de modelos estadísticos. Los resultados muestran que la apreciación del dólar genera presiones inflacionarias en sectores dependientes de importaciones, afectando especialmente a las pequeñas y medianas empresas (PYMES). El estudio incluye un análisis comparativo con Ecuador y El Salvador, revelando que la estabilidad monetaria derivada de la dolarización no garantiza por sí sola el desarrollo inclusivo. Se concluye que Panamá requiere políticas complementarias de financiamiento, innovación y resiliencia productiva para mitigar los efectos de la volatilidad externa.

Palabras clave: Dolarización, inflación, Panamá, tipo de cambio, volatilidad externa

ABSTRACT

This study analyzes how dollar fluctuations and global conditions affect prices in Panama, a country with a dollarized regime since 1904. The research is structured around three objectives: (1) to compile scientific literature on exchange rates, inflation, and dollarized economies; (2) to obtain historical series of the dollar exchange rate against relevant currencies; and (3) to apply econometric models (regressions, VAR, cointegration) to identify relationships between exchange rate and inflation. A documentary and quantitative methodology is used, including academic and multilateral sources, time series analysis, and statistical modeling. Results show that dollar appreciation generates inflationary pressures in sectors dependent on imports, especially affecting small and medium-sized enterprises (SMEs). A comparative analysis with Ecuador and El Salvador reveals that monetary stability from dollarization alone does not ensure inclusive development. The study concludes that Panama requires complementary policies for financing, innovation, and productive resilience to mitigate the effects of external volatility.

Keywords: Dollarization, exchange rate, inflation, Panama, volatility

1. INTRODUCCIÓN

Panamá ha mantenido un régimen de dolarización desde 1904, lo que le ha permitido sostener una inflación baja y estabilidad macroeconómica. Sin embargo, esta condición también implica una alta exposición a las fluctuaciones del dólar y a las decisiones de política monetaria de Estados Unidos. En un contexto global marcado por tensiones geopolíticas, inflación internacional y reconfiguración de reservas monetarias, resulta crucial analizar cómo estas variaciones impactan los precios internos. La pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cómo podrían las fluctuaciones en el valor del dólar y las condiciones globales afectar los precios en Panamá?

Para responderla, se plantean tres objetivos específicos: (1) recopilar literatura científica sobre tipo de cambio, inflación y economías dolarizadas; (2) obtener series históricas del tipo de cambio dólar vs monedas relevantes; y (3) aplicar modelos econométricos para identificar relaciones entre tipo de cambio e inflación. El estudio se enfoca especialmente en el impacto sobre las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que representan el núcleo del tejido productivo panameño y enfrentan vulnerabilidades estructurales ante la volatilidad externa.

2. MARCO CONCEPTUAL

La literatura especializada sobre tipo de cambio y dolarización revela que el dólar estadounidense actúa como moneda hegemónica en el sistema financiero internacional. Schulmeister (2013) analiza cómo la especulación cambiaria genera fluctuaciones abruptas, mientras Shah et al. (2024) destacan el proceso de desdolarización impulsado por el ascenso de monedas como el renminbi y el euro. Kalim (2020) advierte que, aunque el declive del poder económico de EE.UU. es gradual, sus efectos sobre el dólar como moneda de reserva son significativos.

Chapoy (2004) y McKinnon (2001) coinciden en que las economías dolarizadas, como Panamá, carecen de amortiguadores monetarios ante choques externos. En este sentido, Vlaar (2007)

demuestra que el crecimiento económico y la política monetaria estadounidense influyen directamente en la valoración del dólar, afectando a países que lo adoptan como moneda oficial. Georgiadis et al. (2024) agregan que el dólar se aprecia en contextos de riesgo global, lo que genera contracciones sincronizadas en la actividad económica mundial. En el contexto latinoamericano, Baer (2022) señala que la inflación ha sido uno de los problemas más persistentes, y que su relación con el tipo de cambio es especialmente crítica en economías abiertas. En Panamá, la estabilidad de precios ha sido sostenida, pero los costos de importación y las brechas de financiamiento afectan especialmente a las PYMES (INEC, 2023; AMPYME, 2025). La teoría de la paridad del poder adquisitivo y los modelos de cointegración respaldan el análisis de largo plazo entre tipo de cambio e inflación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de tipo documental y cuantitativo, con diseño mixto y alcance explicativo. La fase documental incluyó la revisión de 18 fuentes académicas y multilaterales, entre ellas artículos científicos, informes del FMI, datos del INEC y reportes institucionales de AMPYME. Se seleccionaron aquellas publicaciones que abordaban la relación entre tipo de cambio, inflación y dolarización en América Latina y economías comparables. La fase cuantitativa consistió en la recopilación de series históricas mensuales del tipo de cambio dólar/euro, dólar/yuan y dólar/peso mexicano entre 2000 y 2025, junto con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Panamá. Se aplicaron tres modelos econométricos: regresión lineal simple, análisis de cointegración de Johansen y modelos VAR (Vector Autorregresivo). Los datos fueron procesados en software especializado (EViews y STATA), y se verificó la estacionariedad de las series mediante pruebas ADF. El análisis comparativo incluyó los casos de Ecuador y El Salvador, países que también adoptaron el dólar como moneda oficial en los años 2000 y 2001 respectivamente. Se evaluaron variables como inflación, acceso a crédito, deuda pública y desempeño de las PYMES.

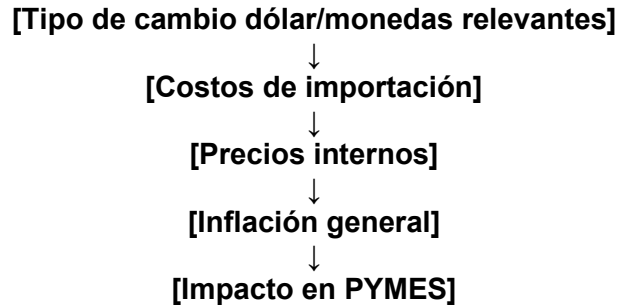
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1
Comparativo de economías dolarizadas y lecciones para PYMES

País	Variables analizadas	Resultados clave	Lecciones para PYMES
Ecuador	Estabilidad de precios, reservas, crédito	Inflación reducida, pero limitaciones persistentes de liquidez y acceso a crédito (FMI, 2024).	La estabilidad de precios debe complementarse con mecanismos de financiamiento alternativo.
El Salvador	Inflación, estabilidad financiera, deuda pública	Precios estables, pero con alto endeudamiento y baja innovación (FMI, 2025).	La estabilidad debe convertirse en motor de diversificación e innovación productiva.
Panamá	Inflación, costos de importación, acceso a crédito	Inflación baja y estable (~2 %), pero altos costos de insumos y brechas de financiamiento (FMI, 2025; AMPYME, 2025).	La estabilidad monetaria debe potenciarse con políticas de inclusión financiera y apoyo a PYMES.

Figura 1

Canales de transmisión entre tipo de cambio y precios en Panamá



Los modelos econométricos aplicados muestran que la apreciación del dólar frente al euro y al yuan genera presiones inflacionarias en Panamá, especialmente en sectores como energía, alimentos y tecnología. La regresión lineal reveló una relación positiva y significativa ($p < 0.05$) entre el tipo de cambio y el IPC. El análisis de cointegración indicó una relación de largo plazo entre el dólar y los precios internos, mientras que el modelo VAR evidenció que los shocks en el tipo de cambio generan respuestas inflacionarias con rezagos de 2 a 4 trimestres.

Estos hallazgos confirman que la dolarización, aunque estabilizadora, no protege completamente frente a la volatilidad externa. Las PYMES, al depender de insumos importados y enfrentar restricciones crediticias, son especialmente vulnerables. La estabilidad monetaria debe complementarse con políticas activas de inclusión financiera, innovación y sustitución estratégica de importaciones.

Además de los hallazgos econométricos, se observa un caso representativo en el segundo semestre de 2023, el tipo de cambio dólar/euro se apreció en un 6.2 %, pasando de 0.89 a 0.94. Este movimiento generó un aumento promedio del 4.1 % en los precios de insumos tecnológicos importados en Panamá, especialmente en el sector de servicios digitales y educación virtual. Las PYMES que dependen de plataformas, licencias y equipos importados reportaron incrementos en sus costos operativos, lo que afectó su margen de rentabilidad y capacidad de reinversión. Este caso ilustra cómo incluso variaciones moderadas en el tipo de cambio pueden tener efectos significativos en sectores estratégicos.

5. CONCLUSIONES

Las fluctuaciones del dólar y las condiciones globales inciden directamente en los precios en Panamá. La investigación documental y econométrica demuestra que existe una relación significativa entre el tipo de cambio y la inflación. Las PYMES enfrentan mayores riesgos ante la volatilidad externa, debido a su dependencia de insumos importados y acceso limitado a crédito. La dolarización requiere ser acompañada por políticas estructurales que fortalezcan la resiliencia económica, incluyendo mecanismos de financiamiento accesible, estrategias de sustitución de importaciones y articulación académica para la innovación.

Además, se recomienda ampliar el monitoreo de indicadores externos, diversificar las fuentes de importación y fomentar el desarrollo de capacidades productivas locales. La articulación entre academia, sector público y empresarial será clave para transformar la estabilidad monetaria en desarrollo sostenible.

Desde una perspectiva de política pública, los hallazgos del estudio permiten orientar decisiones estratégicas en materia fiscal, comercial y de desarrollo productivo. Por ejemplo, el Ministerio de Comercio e Industrias podría priorizar incentivos para la sustitución de importaciones en rubros sensibles, mientras que la AMPYME podría diseñar líneas de crédito contingente para PYMES expuestas a volatilidad externa. Además, se recomienda que el Banco Nacional de Panamá y otras entidades financieras incorporen indicadores de riesgo cambiario en sus modelos de

evaluación crediticia, especialmente para empresas con alta dependencia de insumos importados.

REFERENCIAS

- Baer, W. (2022). *The inflation controversy in Latin America: A survey*. Latin American Research Review, 57(1), 45–62. <https://www.cambridge.org/core/journals/latin-american-research-review/article/inflation-controversy-in-latin-america-a-survey/62D84B9FC41918ECA846E2C0F85876FF>
- Chapoy, A. (2004). *El dólar estadounidense: el impacto de sus fluctuaciones*. JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/43839080>
- Goldberg, L. (2010). *Is the international role of the dollar changing?* SSRN. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1550192
- INEC. (2023). *Informe de inflación anual*. Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá.
- Johnson, R. (2004). *The US stock market and the international value of the US dollar*. Journal of International Money and Finance, 23(6), 865–883. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148619504000529>
- Kalim, S. (2020). *The U.S. dollar and the world economy: A critical review*. ZBW Save Archive. <https://savearchive.zbw.eu/bitstream/11159/3746/1/1685421962.pdf>
- Mckinnon, R. (2001). *The problem of dollar encroachment in emerging markets*. Journal of Policy Modeling, 23(3), 273–285. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161893801000497>
- Rennhack, R., & Nozaki, M. (2006). *Financial dollarization in Latin America*. In IMF Working Papers. https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230380257_4
- Schulmeister, S. (2013). *Currency speculation and dollar fluctuations*. PSL Quarterly Review. https://rosa.uniroma1.it/rosa04/psl_quarterly_review/article/view/10837
- Shah, G., Akhtar, M., & Mustafa, G. (2024). *Understanding the decline of the US dollar: Key factors and implications*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/381696046>
- Vlaar, J. G. (2007). *GDP growth and currency valuation: The case of the dollar*. Journal of Policy Modeling, 29(4), 493–510. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026156060700112X>
- AMPYME. (2025). *Memoria institucional*. Autoridad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa de Panamá.
- FMI. (2024). *Consulta del Artículo IV: Ecuador*. Fondo Monetario Internacional.
- FMI. (2025). *Consulta del Artículo IV: El Salvador y Panamá*. Fondo Monetario Internacional.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-58>

DRONES EN EL AMBITO DE LA POLÍTICA INTERNACIONAL CONTEMPORÁNEA

Castañeda Mejias, Carlos Felipe

Universidad Simón Bolívar / Universidad Monteávila

Caracas / Venezuela

Ccastanedam@usb.ve / ccastaneda@profesor.uma.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8872-4163>

RESUMEN

A la luz de los recientes conflictos armados internacionales, han aparecido nuevos elementos que diferencian a las guerras actuales de las anteriores, uno de ellos, y en el cual se centra la presente investigación, es el uso de Drones o aviones no tripulados en conflictos activos o en desarrollo, como la guerra ruso-ucraniana y la guerra en la franja de Gaza contra el grupo Hamas por parte del Estado de Israel. Dicho lo anterior, así como las relaciones internacionales se reformularon entorno a la carrea armamentística, nuclear y hasta espacial, hoy en día, son muchos los países que, dentro de sus políticas de seguridad y defensa, han empleado el uso de aeronaves no tripuladas. Para ello, existen teorías de las Relaciones Internacionales, como el Neorrealismo Defensivo, que sostienen que los Estados en el sistema político internacional procuran su protección y su auto preservación, y para ellos los riesgos o amenazas hacen patente la incorporación de los Drones con fines militares o letales. Ahora bien, para presente investigación se hizo uso de un método análisis documental, a partir de investigaciones previas y textos académicos. Finalmente, se plantea como hipótesis que la carrera tecnológica, a través del uso de Drones, está dinamizando la política internacional en ciertos países.

Palabras clave: Armas, Drones, Guerra, Neorrealismo Defensivo.

ABSTRACT

In light of recent international armed conflicts, new elements have emerged that differentiate current wars from previous ones. One of these elements, and the focus of the present research, is the use of Drones or Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in active or developing conflicts, such as the Russo-Ukrainian War and the war in the Gaza Strip against the Hamas group by the State of Israel. Given the above, just as international relations were reformulated around the arms, nuclear, and even space race, today, many countries have incorporated the use of unmanned aircraft into their security and defense policies. Theories of International Relations, such as Defensive Neorealism, suggest that states in the international political system seek their protection and self-preservation, and for them, risks or threats highlight the incorporation of Drones for military or lethal purposes. For this research, a documentary analysis method was employed, based on previous studies and academic texts. Finally, the hypothesis is proposed that the technological race, using Drones, is energizing international politics in certain countries.

Keywords: Weapons, Drones, War, Defensive Neorealism.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema político internacional, se caracteriza por ser permanentemente anárquico, entendiendo por anarquía la ausencia de autoridad, de manera, no existe una autoridad única central que gobierne sobre los Estados o países, y aquí, la soberanía es un concepto que funge como regla general consentida por los países a nivel internacional, y que a su vez implica la no intromisión de terceros Estados dentro de los asuntos y territorios de otros países. Así, los

Estados en un contexto de desconfianza general, procuran mantener en condiciones de defensa y superioridad militar a sus fuerzas armadas cuando se les compara con otros posibles rivales, sean estos países, grupos armados irregulares, grupos terroristas, entre otros.

Explicado lo anterior, el uso de Drones o aeronaves no tripuladas representa una serie de ventajas para los países, pues no mueren efectivos o agentes de las fuerzas armadas o cuerpos de seguridad del Estado, los agentes militares implican gastos de mantenimientos, uniformes, logística de traslado en tiempos de guerra abierta, la generación de drones letales puede ser relativamente rápida, por ser de diversos tamaños los drones pueden ser no percibidos por servicios de detección de los países enemigos, etc. Ahora bien, ante este fenómeno se presentan dos situaciones, la primera que los países con sus recursos económicos y tecnológicos desarrollen su propia gama de vehículos aéreos no tripulados, y la segunda, que a falta de las herramientas tecnológicas y científicas compren a terceras empresas, por lo general privadas, los dispositivos para sus fuerzas de seguridad.

Para la presente investigación, se hará uso de una teoría propia de las Relaciones Internacionales como lo es el Neorrealismo, la cual se bifurca en dos variantes: el realismo defensivo y el neorrealismo ofensivo. Ambas provenientes de la escuela anglosajona de las relaciones internacionales. Siendo los máximos exponentes Kenneth Waltz (1979) por parte de la vertiente defensiva; y John Mearsheimer (2001), por parte de la rama ofensiva. Por otro lado, la investigación se basa en publicaciones hechas por parte de otros investigadores, al mismo tiempo que se nutre la presente investigación de cadenas de noticias internacionales. De igual manera, se hace un análisis sobre el material teórico consultado, y el análisis hermenéutico de la información recabada, para luego ampliarla o aplicarla a ciertos conflictos internacionales contemporáneos, todo ello, para plantear como objetivo central o general *analizar el desarrollo de los Drones en la política internacional contemporánea en el contexto particular de conflictos*.

Como resultado principal, se tiene que en la actualidad se ha abierto un periodo de tiempo, que parece indicar el uso no sólo progresivo, sino también acelerado de usos de drones letales con fines militares. Este periodo da cuentas de una carrera parecida a la vivida en la era bipolar o Guerra Fría, sobre el desarrollo nuclear y la carrera al espacio. también, los datos reflejan que una parte importante de la economía trasnacional o internacional se está dinamizando alrededor de la industria de Aviones No Tripulados. Adicionalmente, para el año 2024 el tamaño del mercado en la industria de Drones fue de USD 16.07 mil millones, y la proyección para el año 2032 es de USD 47.16 mil millones, lo que implica una fuerza económica importante, que se encuentra en plena apertura, por lo que la competencia tecnológica irá desde componentes electrónicos, tierras raras y otras materias primas necesarias.

2. MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo con investigaciones previas en materia de historia o antecedentes de los Drones, se tiene que ya para el año 1848, según Rachel Simon Rushby (2017) el “el ejército austriaco los utilizó una flota de globos aerostáticos sin tripulación en un ataque contra Venecia”. Por su parte, también durante la guerra de Vietnam se hizo uso de unos modelos de aviones no tripulados bajo la denominación de *Firebee*, por parte de los Estados Unidos (Ídem). Ahora bien, “Unos de los primeros drones en el mundo, fue pensado por Nicola Tesla, creo el primer prototipo de dron marino controlado por control remoto, pero Abraham Karem fue quien creó a los drones como ahora lo conocemos” (Reyes, 2022). De esta manera, Karem presenta ante el gobierno de los Estados Unidos de América en el año de 1983 un prototipo, y la idea es comprada por parte de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa, en inglés *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA).

Ahora bien, el uso de drones se da por parte de los estados del Sistema Político Internacional, definido así por Raymond Aron (1985) como el "conjunto constituido por una serie de unidades políticas, que mantienen entre sí relaciones regulares y que son todas susceptibles de verse implicadas en una guerra". De esta manera, se sobreentiende que el sistema conformado por Estados es susceptible de entrar en conflicto o guerra, por lo que la lucha es constante entre Estados como unidades principales del sistema. Por su parte, el Estado, además de estar conformado en su definición clásica por una población que reside de manera permanente en un territorio y que se organiza jurídica y políticamente por un sistema de gobierno, también encuentra un elemento adicional: su política exterior, la cual hace posibles adquisiciones de material bélico, tratados de cooperación en cualquier materia y hasta alianzas en el campo político. Acá vale la pena mencionar, que en la actualidad las relaciones internacionales hacen posible la apertura hacia otros actores no tradicionales como son, por ejemplo, las empresas transnacionales, que pueden vender equipo militar a los países, y los grupos armados rebeldes y/o terroristas, como Hezbolá, que también han hecho uso de drones, según lo afirman Emil Archambault y Yannick Veilleux-Lepage (2024).

Como se mencionó anteriormente, la tendencia a implementar drones con fines militares dentro de los países ha avanzado y parece no detenerse. Como lo expresa Fortune Business Insights (2025) el mercado militar de drones ha ido *in crescendo* sostenidamente desde 14.14 mil millones de dólares en 2023, 16.07 mil millones de dólares en 2024 y se proyecta que para el año 2032 sea de USD 47.16 mil millones. En este orden de ideas, Dronewars (2024) ha recopilado información sobre los países que hacen uso de vehículos no tripulados con fines militares. De igual manera se puede destacar que las economías de los países compradores y productores de drones son economías que ya están en desarrollo o se encuentran en días de desarrollo, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Countries with armed MALE drones by year operational (2014-2023)*

				Uzbekistan (2023)
				Sudan (2023)
				Spain (2023)
				Netherlands (2023)
				DRC (2023)
				Kosovo (2023)
			Ethiopia (2021)	Chad (2023)
			Ukraine (2021)	Bangladesh (2023)
			Kyrgyzstan (2021)	Somalia (2022)
		France (2019)	Indonesia (2021)	Togo (2022)
		Algeria (2018)	Turkmenistan (2021)	Poland (2022)
	Pakistan (2015)	Kazakhstan (2017)	Morocco (2021)	Niger (2022)
China (2011)	Iraq (2015)	Jordan (2016)	Russia (2020)	Tunisia (2022)
UK (2007)	Nigeria (2015)	Turkey (2016)	Serbia (2020)	Mali (2022)
Israel (2004)	UAE (2015)	Egypt (2016)	Azerbaijan (2020)	Djibouti (2022)
United States (2001)	Iran (2014)	Saudi Arabia (2016)	Qatar (2020)	Burkina Faso (2022)
Pre-2014	2014-2015	2016 - 2019	2020-2021	2022-2023

Fuente: Drone Wars, 2024.

Por su parte, el *Center for a New American Security* (2015) ya para aquel momento expresaba que "se sabe que al menos 90 naciones y grupos no estatales operan drones, incluyendo más de 10 países con drones armados". Vale la pena destacar que fuera de esos actores tanto estatales como no estatales, para ya había 20 países más con planes de desarrollo en dicho sector. Y dentro de los actores no estatales o *non-state actors* se encuentran Hamás, Hezbolá, el Estado Islámico de Irak y Siria, grupos rebeldes libios, bien sea para fines letales o para vigilancia. (Ídem).

Actualmente, las principales capitales europeas y sus aeropuertos se encuentran sobrevoladas por aviones no tripulados, ello ha causado varias reacciones, siendo la más notable en el plano de la política internacional, la activación de la cláusula de seguridad recíproca de la OTAN. Claramente se presume el origen ruso de los drones, sin embargo, Rusia lo ha negado hasta el momento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue posible gracias a un diseño documental, basado en el análisis hermenéutico de textos como fuentes secundarias, las cuales destacan *papers* e informes elaborados por centros de investigación. En correspondencia con esto, el diseño fue cualitativo, sin embargo, se apelaron a algunos datos numéricos proporcionados por investigaciones previas. En cuanto a su alcance, varió desde lo descriptivo al definir los conceptos fundamentales para entender el sistema internacional y cómo este hace posible el implemento de drones, no obstante, también se vincularon la variable dependiente y como se ha visto incidida por la variable independiente que es la proliferación global de drones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base a lo expuesto anteriormente, se abre una nueva era de uso de drones como armas y la competencia por su desarrollo y materia prima, en donde la necesidad de tierras raras viene ser una variable que define ampliamente a los ganadores del mercado internacional de drones. Por otro lado, se tiene que el sistema internacional hace posible la realidad de que los estados se armen cada vez más y de maneras más sofisticadas, como lo es el uso de drones dentro de sus fuerzas armadas.

Ahora bien, una realidad es que el mercado global o internacional de drones ha aumentado, sin embargo, esa realidad también dependerá en buena medida de la sanidad de la economía de cada país, pues al bajar el PIB nacional de un país que haga uso o producción de drones, posiblemente esta industria se vea afectada.

Del mismo modo, la soberanía se extiende con el uso de Drones por parte de los Estados, al ir más allá de sus fronteras para proteger sus intereses, estos intereses estatales se pueden medir en lucha contra el terrorismo, por ejemplo, o por su uso en campos de batallas.

Dentro del campo teórico de las Relaciones Internacionales, como disciplina de estudio, el debate entre el Neorrealismo y el Neoliberalismo hace posible la inclusión de actores no estatales que revisten importancia dentro del sistema político internacional, como lo pueden ser las empresas privadas fabricantes de los vehículos voladores no tripulados.

Finalmente, el hecho de que drones presuntamente rusos sobrevuelen libremente capitales europeas sin que puedan ser derribados en su totalidad, pone a prueba la seguridad comunitaria europea y trasatlántica de la OTAN.

5. CONCLUSIONES

Lo encontrado en esta investigación confirma que los Vehículos Aéreos No Tripulados o drones no son una completa novedad tecnológica, sino una manifestación progresiva y en constante evolución de la lucha de poder dentro del Sistema Político Internacional. La realidad contemporánea de drones sobrevolando libremente capitales europeas pone de manifiesto una nueva y urgente amenaza a la seguridad comunitaria y trasatlántica de la OTAN. Esta situación

subraya que la sofisticación tecnológica en el campo militar no solo depende de la capacidad de desarrollo del Estado, sino también del acceso a recursos críticos como las tierras raras y la solidez de las economías nacionales. Por lo tanto, el control y la competencia por el mercado global de los vehículos aéreos no tripulados se consolidan como una variable definitoria de los ganadores en la nueva era de la seguridad internacional, exigiendo una profunda renovación de las estrategias de defensa y contrainteligencia por parte de los Estados como unidades primordiales del sistema global.

REFERENCIAS

- Archambault E. & Veilleux-Lepage Y., (2024). Tower 22: Innovations in Drone Attacks by Non-State Actors. International Centre for Counter-Terrorism. <https://icct.nl/publication/tower-22-innovations-drone-attacks-non-state-actors>
- Aron, R. (1985). Paz y Guerra entre las Naciones. Madrid: Alianza.
- Center for a New American Security. (2015). Proliferated Drones. What are Drones?. Washington, DC. https://drones.cnas.org/wp-content/uploads/2016/03/CNAS-World-of-Drones_052115.pdf
- Drone Wars. (2024). Which countries have armed drones? United Kingdom. <https://dronewars.net/which-countries-have-armed-drones/>
- Fortune Business Insights (2025). Unmanned Systems / Military Drone Market. <https://www.fortunebusinessinsights.com/military-drone-market-102181>
- Reyes Posligua, M. (2022). Construcción de un Prototipo de Dron de estructura biodegradable utilizando tecnología Raspberry Pi para la vigilancia del Complejo Universitario de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Tesis. Universidad Estatal del Sur de Manabí. 1-96. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4796/1/Reyes%20Posligua%20Maria%20Fernanda.pdf>
- Simón Rushby, S. (2017). Drones armados y el uso de fuerza letal: nuevas tecnologías y retos conocidos. Revista CES Derecho. 8(1), 22-47. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-77192017000100003

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-59>

CIENCIAS EMERGENTES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y EL APRENDIZAJE INNOVADOR DE LOS NIÑOS EN MÉXICO: HACIA UN ECOSISTEMA INTERDISCIPLINARIO

Villagrán Villegas, Luz Yazmin

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
yvillagran@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3860-2923>

Fernández Valdés, Dayvis

Instituto Tecnológico Superior de Acayucan
Acayucan, Veracruz, México
dayvis.vl@itsacayucan.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9974-6272>

Villagrán Villegas, Areli Jocabed

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, Estado de México, México
avillagran@alumno.uaemex.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5157-5707>

Domínguez Martínez, Daniel

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
zs22006568@estudiantes.uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2552-8132>

Palomino Martínez, Jesús Eduardo

Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información Poza Rica
Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
jpalomino@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9531-6769>

Chew Pego, Paola Delfina

Universidad Veracruzana
Poza Rica, Veracruz, México
pchew@uv.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8251-6390>

RESUMEN

Este proyecto impulsa la construcción de un ecosistema interdisciplinario de ciencias emergentes en la educación básica mexicana, integrando áreas como física, química, biomimética, ingeniería, inteligencia artificial, sustentabilidad, salud, seguridad e higiene, derechos humanos e inclusión. La propuesta busca generar aprendizajes significativos que trasciendan la enseñanza tradicional, promoviendo innovación pedagógica, pensamiento crítico y equidad desde edades tempranas. El modelo se fundamenta en marcos conceptuales sólidos: la Taxonomía de Bloom y la Taxonomía SOLO, para evaluar la progresión cognitiva y la calidad estructural del aprendizaje; y la Metodología de Sistemas Suaves (SSM), que permite comprender la complejidad educativa desde una perspectiva holística, crítica y participativa. Estos referentes ofrecen un andamiaje robusto para analizar y orientar la integración de tecnologías emergentes en entornos escolares. Actualmente en etapa de divulgación científica, el proyecto desarrolla materiales didácticos, recursos digitales, talleres interactivos y estrategias de comunicación pública de la ciencia. Los resultados preliminares evidencian que la articulación de diversas disciplinas fomenta la motivación estudiantil, estimula la creatividad y posiciona a la educación básica como un espacio estratégico para la formación de generaciones capaces de enfrentar los retos globales con ética, innovación y resiliencia.

Palabras clave: Ciencias emergentes, Educación Básica, STEAM, Inclusión, Innovación pedagógica.

ABSTRACT

This project promotes the construction of an interdisciplinary ecosystem of emerging sciences in Mexican basic education, integrating areas such as physics, chemistry, biomimetics, engineering, artificial intelligence, sustainability, health, safety and hygiene, human rights, and inclusion. The proposal seeks to generate meaningful learning that goes beyond traditional teaching, fostering pedagogical innovation, critical thinking, and equity from an early age. The model is grounded in solid conceptual frameworks: Bloom's Taxonomy and the SOLO Taxonomy, to assess cognitive progression and the structural quality of learning; and Soft Systems Methodology (SSM), which enables an understanding of educational complexity from a holistic, critical, and participatory perspective. These references provide a robust framework for analyzing and guiding the integration of emerging technologies in school environments. Currently in the stage of science communication, the project develops educational materials, digital resources, interactive workshops, and strategies for public engagement with science. Preliminary results show that the articulation of diverse disciplines fosters student motivation, stimulates creativity, and positions basic education as a strategic space for training generations capable of facing global challenges with ethics, innovation, and resilience.

Keywords: Emerging Sciences, Basic Education, STEAM, Inclusion, Pedagogical Innovation.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad educativa se define por la capacidad del sistema escolar para responder a las expectativas de la sociedad y a las demandas de formación de sus ciudadanos (Edwards, 1991). En un contexto global caracterizado por la aceleración tecnológica, la interdependencia económica y la necesidad de soluciones innovadoras frente a problemas sanitarios, ambientales y sociales, resulta imprescindible formar individuos con conocimientos, habilidades, actitudes y valores que les permitan comprender y transformar su entorno. En este escenario, la ciencia y la tecnología, estrechamente vinculadas con la educación, se consolidan como pilares estratégicos para el progreso social y económico de las naciones (Plan Nacional, 2009).

El avance de las ciencias emergentes —como la inteligencia artificial, la biomimética, la sustentabilidad, la ingeniería aplicada y la innovación pedagógica— abre nuevas oportunidades

reales y significativas para repensar la enseñanza en la educación básica. No obstante, la brecha entre los rápidos desarrollos científicos y la limitada capacidad de los sistemas educativos para incorporarlos en sus planes de estudio representa un reto crítico. Esto se intensifica ante la necesidad de formar ciudadanos con competencias científicas y digitales capaces de enfrentar retos globales con ética, innovación y resiliencia.

La literatura internacional resalta la relevancia de la divulgación científica y tecnológica como estrategia clave para acercar la ciencia a audiencias diversas y facilitar la comprensión de conceptos complejos (Tutor-Sánchez & Takeuchi, 2015; García & Foladori, 2015). Los programas exitosos han priorizado la formación docente, el uso de un lenguaje accesible y el diseño de materiales innovadores bajo enfoques activos como STEAM (Robinson, Dailey, Hughes, & Cotabish, 2014; Camacho-Elizondo et al., 2022).

Asimismo, se subraya la urgencia de superar un conocimiento fragmentado para avanzar hacia un aprendizaje interdisciplinario y global. Morin y Domingo (2002) sostienen que el conocimiento relevante debe promover una “inteligencia” para resolver problemas complejos. Bazán (2006) enfatiza que una sólida cultura científica fortalece la resiliencia social.

Este trabajo presenta un proyecto de innovación educativa orientado a la educación básica en México, cuyo propósito es despertar la curiosidad científica, enriquecer la comprensión interdisciplinaria y desarrollar habilidades críticas y creativas desde una edad temprana, contribuyendo a la formación de generaciones más equitativas y resilientes.

2. MARCO CONCEPTUAL

La educación contemporánea enfrenta el reto de responder a contextos complejos marcados por la globalización, la innovación tecnológica y la transformación social. La calidad educativa se define por la capacidad de los sistemas para atender las expectativas de la sociedad, dotando a los individuos de conocimientos, actitudes y valores que les permitan comprender y transformar su entorno (Edwards, 1991). Ante este panorama, se requieren enfoques pedagógicos que integren dimensiones cognitivas, sociales y éticas, además de metodologías flexibles que respondan a la diversidad cultural y a la acelerada transformación digital de los procesos educativos.

Metodología de Sistemas Suaves (SSM).

La SSM constituye un marco flexible para abordar problemas no estructurados, con implicaciones sociales y políticas (Checkland, 1981; Checkland & Scholes, 1990). Sus siete fases permiten mapear situaciones problemáticas, construir modelos conceptuales y generar propuestas participativas de mejora (Rennie, 1999; Checkland & Poulter, 2020). Factores sociales, políticos y económicos condicionan el diseño educativo, influyendo en la reprobación y deserción en ciencias (Azabache, 2012; Acuña Salinas, 2020). Su aplicación en entornos educativos promueve procesos inclusivos, fomentando la reflexión crítica y la adaptación constante frente a la complejidad.

Enfoque Sistémico y Teoría General de Sistemas (TGS).

El análisis educativo requiere una visión sistémica en la que los componentes interactúan de forma interdependiente (Ackoff, 2002). La TGS, aplicada a contextos físicos, biológicos y educativos, concibe a los sistemas como entidades abiertas con entradas, procesos, salidas y retroalimentación (Bertalanffy, 1986; Van Gigh, 2012), a diferencia del enfoque analítico que fragmenta la realidad (Rosnay, 1997; Sáenz, 2009). Este enfoque contribuye a comprender la educación como un ecosistema dinámico que integra recursos humanos, tecnológicos y sociales.

Modelos pedagógicos.

El modelo de investigación enfatiza la participación activa del estudiante y el rol orientador del docente, considerando contexto, globalidad y complejidad (Ruíz, 2007; Morin & Domingo, 2002). La motivación y la estructura conceptual influyen directamente en el aprendizaje (Luffiego, Bastida, Ramos, & Soto, 1991). El conocimiento se amplía al integrar información (Johansen,

2004), diferenciando entre datos, información y conocimiento (Davenport, De Long & Beers, 1998). Además, la práctica pedagógica debe incluir metodologías activas que fortalezcan la autonomía, el pensamiento crítico y la creatividad, alineadas a los retos del siglo XXI.

Taxonomías educativas.

La taxonomía SOLO evalúa la progresión cognitiva (Biggs & Collis, 1982), mientras que Bloom clasifica objetivos en dominios cognitivo, afectivo y psicomotor (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001). Su integración permite estructurar aprendizajes más profundos y medibles.

Ciencia, tecnología e inclusión.

La incorporación temprana de la ciencia en la educación básica es clave para la resiliencia social (DeBoer, 2000; Bazán, 2006). Experiencias exitosas evidencian la relevancia de enfoques interdisciplinarios y constructivistas (Tutor-Sánchez & Takeuchi, 2015; Robinson et al., 2014; Camacho-Elizondo et al., 2022). De esta manera, la inclusión educativa no solo garantiza el acceso equitativo, sino que potencia la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos con responsabilidad social.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se estructura en **módulos didácticos y fases operativas** bajo un enfoque mixto (cuantitativo–cualitativo), integrando **SSM, Bloom, SOLO y STEAM**.

Módulos (K):

K1. Ciencia y sostenibilidad: ODS, cero emisiones, huella de carbono, seguridad, salud e higiene y manejo de residuos.

K2. IA: Historia de los avances científicos y conceptos.

K3. Biomimética en la naturaleza: fenómenos funcionales y transferencia inspiración-solución.

K4. Impacto ambiental y remediación: agua, aire, suelo; evaluación de riesgos.

K5. Oportunidades y riesgos de tecnologías emergentes: ética, seguridad, inclusión y derechos humanos.

K6. Recurso digital: Tic's y redes sociales

Fase 1 – Diseño didáctico: co-diseño de un **manual de prácticas** (secuenciación modular, objetivos, materiales, seguridad), mapeo curricular y diagnóstico inicial con rúbricas **Bloom/SOLO**.

Fase 2 – Desarrollo de contenidos: guionización de prácticas, infografías y protocolos con lenguaje acorde a cada nivel (preescolar, primaria, secundaria); diseño de actividades **STEAM** y de TIC's.

Fase 3 – Implementación piloto: talleres en centros educativos; registro de evidencias (portafolios, listas de cotejo, bitácoras).

Fase 4 – Evaluación y mejora continua: cuestionarios Likert (motivación, comprensión, aplicación), rúbricas **Bloom/SOLO** (progresión cognitiva), observación y entrevistas. Con **SSM** se elaboran **rich pictures** y **CATWOE** para contrastar modelos conceptuales con la realidad y proponer ajustes.

Análisis: estadística descriptiva y análisis de contenido; **triangulación** de fuentes. Se contempla consentimiento informado y resguardo de datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del proyecto evidenció la pertinencia de articular las taxonomías de Bloom y SOLO con la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. La evaluación diagnóstica inicial mostró diferencias en los niveles de

comprensión, lo que justificó la necesidad de adaptar las estrategias a contextos diversos, como escuelas multigrado.

El análisis con la taxonomía SOLO permitió identificar un tránsito desde aprendizajes **pre-estructurales** hacia niveles **relacionales**, en los que los estudiantes integraron conceptos y los aplicaron a contextos novedosos (Biggs & Collis, 1982). A su vez, las actividades diseñadas con base en Bloom demostraron avances hacia habilidades cognitivas de orden superior, como análisis, síntesis y evaluación (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001).

La aplicación de la SSM facilitó la construcción de *rich pictures* y definiciones raíz mediante CATWOE, identificando tensiones estructurales como la falta de infraestructura tecnológica, pero también oportunidades vinculadas a la motivación estudiantil y al rol crítico del docente como mediador (Checkland, 1981; Checkland & Poulter, 2020).

Figura 1

Respuesta de los niños en una práctica de física (óptica).



Nota. Muestra de 90 estudiantes de preescolar del Colegio Americano Campus Poza Rica

En conjunto, los resultados confirman que un enfoque interdisciplinario basado en Bloom, SOLO y SSM potencia aprendizajes significativos y estructurados, promueve la motivación y la creatividad, y contribuye a la consolidación de entornos educativos inclusivos, resilientes y alineados con principios de sostenibilidad e innovación (Morin & Domingo, 2002).

Figura 2

Reacción emocional y cognitiva de los niños de preescolar en una práctica de física (óptica)



Nota. Muestra de 90 estudiantes de preescolar del Colegio Americano Campus Poza Rica

4. CONCLUSIONES

La incorporación de ciencias emergentes en la educación básica representa una vía estratégica para impulsar la equidad, la innovación pedagógica y la formación de ciudadanía crítica desde edades tempranas. Los hallazgos de este proyecto muestran que la integración de marcos conceptuales sólidos, como la Taxonomía de Bloom, la Taxonomía SOLO y la Metodología de Sistemas Suaves (SSM), favorece la progresión cognitiva, el desarrollo de aprendizajes estructurados y la comprensión sistémica de los procesos educativos en educación básica.

Los resultados evidencian que los estudiantes transitan de aprendizajes fragmentados hacia aprendizajes relacionales y transferibles, fortaleciendo la motivación, la creatividad y el pensamiento crítico. En este proceso, los docentes desempeñan un rol central como mediadores críticos, responsables de orientar la validación de la información y de diseñar estrategias inclusivas y éticas.

El enfoque sistémico permitió además identificar tensiones y oportunidades en el ecosistema educativo, subrayando la importancia de la formación docente continua, la coherencia curricular y la evaluación diagnóstica pertinente. Asimismo, se resalta que la innovación educativa debe articularse con políticas públicas, recursos institucionales y el compromiso social, garantizando que la enseñanza de ciencias emergentes no se limite a iniciativas aisladas, sino que consolide un cambio estructural sostenible y replicable en diversos contextos. En síntesis, este estudio confirma que la enseñanza de ciencias emergentes ofrece un marco interdisciplinario para preparar a futuras generaciones capaces de enfrentar los retos globales con resiliencia, innovación y responsabilidad social.

REFERENCIAS

- Acuña Salinas, P. (2020). La educación como sistema complejo: Retos y perspectivas. Editorial Académica Española.
- Ackoff, R. L. (2002). Re-creating the corporation: A design of organizations for the 21st century. Oxford University Press.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. Longman.
- Azabache, A. (2012). Factores sociales y académicos en la deserción universitaria en ciencias básicas. *Revista de Educación y Sociedad*, 23(2), 45–60.
- Bazán, A. (2006). Cultura científica y ciudadanía: Perspectivas para América Latina. Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, L. von. (1986). Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de Cultura Económica.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome). Academic Press.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: Handbook I. Cognitive domain. David McKay Company.
- Camacho-Elizondo, R., Muñoz, A., & Hernández, J. (2022). STEAM education as a driver of innovation in basic education. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 35–50. <https://doi.org/10.35362/rie8815220>
- Checkland, P. (1981). Systems thinking, systems practice. Wiley.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2020). Soft systems methodology. In M. Reynolds & S. Holwell (Eds.), *Systems approaches to managing change: A practical guide* (pp. 201–242). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-809-4_7
- Checkland, P., & Scholes, J. (1990). Soft systems methodology in action. Wiley.

- Davenport, T. H., De Long, D. W., & Beers, M. C. (1998). Successful knowledge management projects. *Sloan Management Review*, 39(2), 43–57.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Edwards, V. (1991). *Calidad de la educación y desarrollo social*. UNESCO.
- García, A., & Foladori, G. (2015). *Ciencia y tecnología para la inclusión social: Desafíos y experiencias*. Siglo XXI Editores.
- Johansen, J. (2004). *Knowledge integration and learning processes*. Routledge.
- Latorre, A. (1996). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*. Graó.
- Luffiego, A., Bastida, M., Ramos, C., & Soto, M. (1991). Motivación y aprendizaje en el aula. *Revista de Psicodidáctica*, 2(1), 23–34.
- Morin, E., & Domingo, J. (2002). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2009). *Plan Nacional de Desarrollo 2007–2012*. Gobierno de México.
- Rennie, D. (1999). *Qualitative research and grounded theory methodology*. Sage.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G., & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on elementary students' STEM learning and attitudes. *School Science and Mathematics*, 114(6), 271–280. <https://doi.org/10.1111/ssm.12075>
- Rosnay, J. de. (1997). *El macroscopio: Hacia una visión global*. Gedisa.
- Ruíz, J. (2007). *El modelo de investigación en educación: Estrategias y recursos*. Editorial Síntesis.
- Sáenz, M. (2009). *Sistemas complejos y educación: Una aproximación crítica*. Universidad de Antioquia.
- Tutor-Sánchez, J., & Takeuchi, N. (2015). La divulgación científica como herramienta educativa. *Revista Iberoamericana de Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(28), 45–63.
- Van Gigh, J. P. (2012). *Teoría general de sistemas aplicada a la educación*. Trillas.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-60>

DOSIS ABSORBIDA POR ÓRGANOS RADIOSENSIBLES EN UNA TC DE CABEZA

Vázquez-Bañuelos, Joel

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

joelvazba@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9612-3731>

Hernández-Murillo, Christian Geovanni

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

tecelectrigeo@live.com.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4406-245X>

Escalera-Velasco, Luis Alberto

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

escaleravelasco@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-2420>

Vega-Carrillo, Héctor René

Universidad Autónoma de Zacatecas
Zacatecas, México

fermineutron@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7081-9084>

Torres-Cortés, Carina Oliva

Universidad Autónoma de Zacatecas
Zacatecas, México

carina.torres@uaz.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1579-0060>

Campillo-Rivera, Guillermo Eduardo

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Estado de México, México

guillermo_campillo_rivera@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9011-724X>

RESUMEN

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de diagnóstico médico que en las últimas décadas se ha convertido en una técnica de referencia. Debido a esto es responsable de la mayor dosis (70%) acumulada por la población debida a fuentes artificiales de radiación. La dosis que se administra al paciente es 50-500 veces mayor que la dosis en un examen radiológico convencional. Actualmente, existen una variedad de exámenes de TC, donde alguno o varios órganos radiosensibles pueden quedar expuestos a la radiación de manera directa o indirecta, uno de los exámenes que se ha incrementado es la TC de cabeza y cerebro. Para conocer la dosis que reciben estos órganos se puede medir de manera experimental o estimar mediante

simulaciones computacionales. El objetivo de este trabajo fue estimar mediante métodos Monte Carlo la dosis absorbida por órganos radiosensibles debida a la radiación que se dispersa durante una TC de cabeza. Se modeló un fantoma antropomórfico híbrido tipo BOMAB, así como, el equipo de tomografía computarizada y se simuló el examen. Se encontró que la mayor dosis absorbida la recibe la tiroides por su cercanía a la zona de exploración, mientras que la menor dosis corresponde a los órganos reproductores masculinos por su lejanía. Las dosis que reciben son pequeñas pero son acumulativas y pueden representar un riesgo para el paciente debido a que hay quienes se realizan más de un examen en su vida.

Palabras clave: Dosis absorbida, Monte Carlo, Radiación dispersada, TC de cabeza.

ABSTRACT

Computed tomography (CT) is a medical diagnostic technique that has become a gold standard in recent decades. Because of this, it accounts for the largest cumulative dose (70%) in the population due to artificial radiation sources. The dose administered to the patient is 50-500 times greater than that of a conventional radiological examination. Currently, there are a variety of CT examinations, where one or more radiosensitive organs may be exposed to radiation directly or indirectly. One of the examinations that has increased in use is head and brain CT. To know the dose that these organs receive, it can be measured experimentally or estimated through computer simulations. The objective of this work was to estimate, using Monte Carlo methods, the absorbed dose to radiosensitive organs due to the radiation scattered during a head CT. A hybrid anthropomorphic BOMAB phantom and the computed tomography equipment were modeled, and the exam was simulated. It was found that the thyroid receives the highest absorbed dose due to its proximity to the examination site, while the male reproductive organs receive the lowest dose due to their distance. The doses they receive are small but cumulative and can pose a risk to the patient, as some people undergo more than one exam in their lifetime.

Keywords: Absorbed dose, Monte Carlo, Scattered radiation, Head CT.

1. INTRODUCCIÓN

En la medicina moderna existe una gran variedad de técnicas o herramientas para el diagnóstico por imágenes donde los pacientes se exponen a radiación ionizante. Algunas de estas son las radiografías dentales, las radiografías convencionales, la tomografía computarizada, entre otras. Pero en los últimos años, la tomografía computarizada (TC) se ha convertido en una técnica de referencia porque se puede visualizar el cuerpo del paciente tanto en 2 dimensiones (imágenes transversales) como en 3 dimensiones de alta calidad. Estas imágenes permiten un mejor diagnóstico de diversas patologías (Rühm & Harrison, 2020; Altunsoy et al., 2020). En los últimos años se ha mejorado la tecnología para obtener imágenes para el diagnóstico, los equipos se han vuelto más accesibles y la ventaja para el paciente de usar una técnica no invasiva ha propiciado, a nivel mundial, un aumento del uso de rayos X para el diagnóstico por imágenes. De hecho, la exposición a los rayos X para el diagnóstico es la que aporta la mayor dosis de radiación. A nivel mundial, la TC constituye el 20% de todos los exámenes radiológicos pero representa aproximadamente el 70% de la dosis acumulada por la población en general (Sulemana et al., 2020).

En un examen de TC se puede administrar al paciente una dosis de 50 a 500 veces mayor que en un examen radiológico convencional. Siendo de suma importancia considerar sus riesgos potenciales, recomendando siempre optimizar la dosis de acuerdo al principio ALARA (tan bajo como razonablemente posible) pero manteniendo la calidad de la imagen (Mkimel et al., 2020; Garba et al., 2021).

Para estimar los riesgos que puede sufrir un paciente durante un examen de TC, se puede utilizar la magnitud de dosis absorbida, que se define como la relación entre la cantidad de energía

depositada por la radiación en un órgano o tejido y la masa del mismo, su unidad es el Gray (Gy) (Lawson et al., 2022).

Existe una variedad de exámenes de TC, en los cuales alguno o varios órganos o tejidos del cuerpo humano pueden estar expuestos tanto a la radiación directa como a la indirecta (radiación dispersada) como el cristalino del ojo, la tiroides, las glándulas mamarias y las gónadas (Saba et al., 2020). Uno de los exámenes que ha aumentado de manera considerable en las últimas décadas es la TC de cabeza y cerebro. Durante la exploración el cristalino del ojo queda expuesto dentro del campo del haz de radiación, siendo este órgano uno de los más radiosensibles del cuerpo humano (Ciarmatori et al., 2016; Roslee et al., 2020). Sin embargo, los estudios dosimétricos que existen en su mayoría solo centran en los órganos que quedan expuestos de manera directa a la radiación, sin prestarle la importancia debida a la radiación que se dispersa y alcanza otros órganos fuera de la zona de exploración.

El conocer la dosis absorbida por el paciente en un examen de TC no se encuentra disponible fácilmente y es difícil medirla directamente. Es por ello que una forma factible de estimar esta dosis, es de manera computacional mediante simulaciones con métodos Monte Carlo (Lawson et al., 2022).

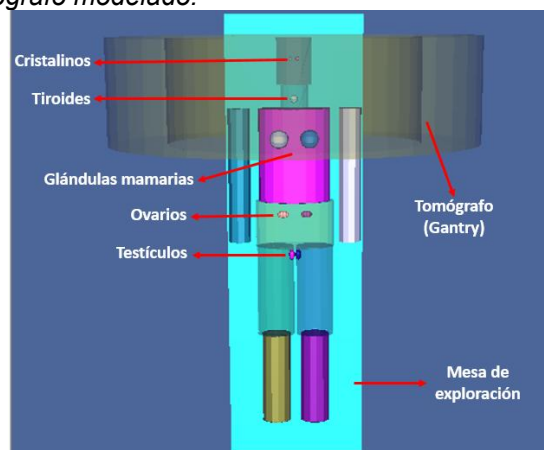
El objetivo de este trabajo fue estimar mediante métodos Monte Carlo la dosis absorbida debida a la radiación dispersada que reciben los órganos radiosensibles de un fantoma antropomórfico híbrido computacional durante una tomografía computarizada de cabeza.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el código Monte Carlo MCNP5 (X-5 Monte Carlo Team, 2003), se modeló un fantoma tipo BOMAB (Bottle Mannequin Absorber) híbrido, representando tanto a una mujer como a un hombre adulto de complexión media. Se le agregaron los órganos radiosensibles de interés: cristalinos, glándula tiroides, glándulas mamarias y órganos reproductores, cada parte del fantoma se rellenó con un tejido equivalente al del cuerpo humano. También, se modeló el equipo de tomografía computarizada (Figura 1).

Figura 1

Fantoma tipo BOMAB y tomógrafo modelado.



El termino fuente consistió en un cilindro circular recto ubicado en el radio interno del gantry donde se emitieron los fotones de rayos X hacia el fantoma. Como energía de estos fotones, se utilizó el espectro de rayos X de un tubo de rayos X, resultante de la interacción de los electrones monoenergéticos de 120 keV con un blanco metálico de tungsteno (Campillo-Rivera et al., 2021).

Para la realización de la simulación de la TC de cabeza, al fantoma se le realizaron 8 cortes de 2 cm de espesor cada uno (dirección cráneo-caudal), comenzando en la parte superior de la cabeza.

Se utilizó el tally f6, para estimar la energía depositada en el volumen de cada órgano. Pero para convertir esta energía a dosis absorbida (D), se utilizó la ecuación 1:

$$D = [\sum_{i=1}^n (\text{tally } f6)_i] \times CF \times Ne \times PF \times I \times t \quad (1)$$

donde n es el número de cortes, CF es un factor de conversión de MeV/g a J/kg (1.6×10^{-10}), Ne es el número de electrones que hay en 1 miliampere*segundo (mAs) (6.25×10^{15}), PF es la fluencia de fotones producidos por un electrón que golpea el blanco metálico del tubo de rayos X (4.58×10^{-5}), I es la corriente en mA y t es el tiempo en segundos que dura el examen de TC de cabeza. Estos dos últimos parámetros se tomaron del protocolo propio empleado para la exploración (Ciarmatori et al., 2016).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores obtenidos de la D para cada órgano radiosensible debida a la radiación que se dispersa durante el examen de TC de cabeza.

Tabla 1

D para cada órgano en una TC de cabeza

Órgano	D [mGy]
Cristalino izquierdo	44.4±0.66
Cristalino derecho	42.7±0.64
Tiroides	46.0±0.14
Glándula mamaria izquierda	23.6±0.04
Glándula mamaria derecha	23.4±0.04
Ovario izquierdo	8.50±0.06
Ovario derecho	8.62±0.06
Testículo izquierdo	4.50±0.06
Testículo derecho	4.50±0.06

En la Tabla se observa que la dosis en cristalinos y tiroides es muy similar, pero siendo mayor para la tiroides debida a que este órgano tiene un mayor volumen. Luego, para las glándulas mamarias se reduce aproximadamente a la mitad porque están más alejadas de la zona de exploración, por esta misma razón es que la dosis es considerablemente menor para los órganos reproductores.

La dosis promedio para los cristalinos es de 43.6 mGy. Para este mismo tipo de examen de TC Ciarmatori et al. (2016) con dosímetros termoluminiscentes midieron directamente la dosis en la superficie del cristalino de un fantoma antropomórfico y obtuvieron una dosis promedio de 54.5 mGy. Mientras que Kosaka et al. (2020) midieron con dosímetros de fibra óptica de centelleo la dosis en los cristalinos de un fantoma de cabeza antropomórfico obteniendo en promedio 47.8 mGy. También, Sulemana et al. (2020) con el software CT-Expo estimaron la dosis para diferentes órganos de pacientes adultos sometidos a diferentes exámenes de TC con las técnicas de control automático de exposición (AEC) y de corriente de tubo fijo (FTC), para una TC de cabeza para el cristalino obtuvieron una dosis de 41.8 mGy para AEC y 45.4 mGy para FTC;

para la tiroides obtuvieron 19.7 mGy para AEC y 26.3 mGy para FTC, mientras que en este estudio para este órgano se obtuvo una dosis de 46.0 mGy.

Las variaciones que existen en la dosis en comparación con otras investigaciones, se puede deber al tomógrafo que se utilice debido a que varían los parámetros de exploración como la corriente eléctrica, el tiempo de exploración, el grosor del corte, lo que influye directamente en la dosis.

4. CONCLUSIONES

Utilizando métodos Monte Carlo (código MCNP5) se estimó la dosis absorbida por órganos radiosensibles debida a la radiación que se dispersa durante una tomografía computarizada de cabeza.

El órgano radiosensible que mayor dosis absorbida recibe es la tiroides (46.0 mGy), mientras que los órganos que menor dosis reciben debido a su lejanía de la zona de exploración son los órganos reproductores masculinos (4.50 mGy).

Estos resultados contribuyen a la poca información que existe en México sobre la radiación que se dispersa durante exámenes de tomografía computarizada porque la mayoría de estudios dosimétricos que existen solo se enfocan en los órganos que están dentro de la zona de exploración. De acuerdo a los resultados, esta radiación dispersada deposita una dosis indeseada en los órganos radiosensibles. Si bien, estas dosis son pequeñas pero son acumulativas y hay pacientes que se realizan más de una tomografía computarizada en su vida.

REFERENCIAS

- Altunsoy, E. E., Tekin, H. O., Mesbahi, A., & Akkurt, I. (2020). MCNPX simulation for radiation dose absorption of anatomical regions and some organs. *Acta Physica Polonica A*, 137(4), 561-565. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.137.561>.
- Campillo-Rivera, G. E., Torres-Cortes, C. O., Vazquez-Bañuelos, J., Garcia-Reyna, M. G., Marquez-Mata, C. A., Vasquez-Arteaga, M., & Vega-Carrillo, H. R. (2021). X-ray spectra and gamma factors from 70 to 120 kV X-ray tube voltages. *Radiation Physics and Chemistry*, 184, 109437. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2021.109437>.
- Ciarmatori, A., Nocetti, L., Mistretta, G., Zambelli, G., & Costi, T. (2016). Reducing absorbed dose to eye lenses in head CT examinations: the effect of bismuth shielding. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 39(2), 583-589. <https://doi.org/10.1007/s13246-016-0445-y>.
- Garba, I., Zarb, F., McEntee, M. F., & Fabri, S. G. (2021). Computed tomography diagnostic reference levels for adult brain, chest and abdominal examinations: A systematic review. *Radiography*, 27(2), 673-681. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.08.011>.
- Kosaka, H., Monzen, H., Amano, M., Tamura, M., Hattori, S., Kono, Y., & Nishimura, Y. (2020). Radiation dose reduction to the eye lens in head CT using tungsten functional paper and organ-based tube current modulation. *European Journal of Radiology*, 124, 108814. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108814>.
- Lawson, M., Berk, K., Badawy, M., Qi, Y., Kuganesan, A., & Metcalfe, P. (2022). Comparison of organ and effective dose estimations from different Monte Carlo simulation-based software methods in infant CT and comparison with direct phantom measurements. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 23(6), e13625. <https://doi.org/10.1002/acm2.13625>.
- Mkimel, M., El Baydaoui, R., Mesradi, M. R., Tahiri, Z., Talasmat, K., Halimi, A., ... & Hilali, A. (2020). Monte Carlo simulation of the computed tomography dose index (CTDI) using GATE. *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 17, 900-907. <https://doi.org/10.1134/S1547477120060084>.

- Roslee, M. A. A. M., Shuaib, I. L., Napi, A. F. M., Razali, M. A. S. M., & Osman, N. D. (2020). Cumulative organ dose and effective dose in adult population underwent repeated or multiple head CT examination. *Radiation Physics and Chemistry*, 166, 108465. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.108465>.
- Rühm, W., & Harrison, R. M. (2020). High CT doses return to the agenda. *Radiation and Environmental Biophysics*, 59, 3-7. <https://doi.org/10.1007/s00411-019-00827-9>.
- Saba, V., Shuraki, J. K., Valizadeh, A., Zahedinia, M., & Barkhordari, M. (2020). Reducing absorbed dose to thyroid in neck ct examinations: the effects of SABA shielding. *Radiation Protection Dosimetry*, 191(3), 349-360. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncaa153>.
- Sulemana, H., Inkoom, S., Sosu, E. K. & Schandorf, C. (2020). Estimation of absorbed and effective doses in organs through computed tomography examinations using automatic exposure control and fixed tube current techniques: A phantom case study. *Iranian Journal of Medical Physics*, 17(1), 58-65. <https://doi.org/10.22038/ijmp.2019.34196.1432>.
- X-5 Monte Carlo Team. (2003). MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code. Versión 5. LA-UR03-1987 Los Alamos National Laboratory.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-61>

BLOCK DE CONCRETO COMO BLINDAJE CONTRA RAYOS X

Vázquez-Bañuelos, Joel

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México
joelvazba@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9612-3731>

Hernández-Murillo, Christian Geovanni

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México
tecelectrigeo@live.com.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4406-245X>

Escalera-Velasco, Luis Alberto

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México
escalera.velasco@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-2420>

Vega-Carrillo, Héctor René

Universidad Autónoma de Zacatecas
Zacatecas, México
fermineutron@yahoo.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7081-9084>

Torres-Cortés, Carina Oliva

Universidad Autónoma de Zacatecas
Zacatecas, México
carina.torres@uaz.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1579-0060>

Márquez-Mata, Claudia Angélica

Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes
Aguascalientes, México
angiemata20@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4397-6703>

RESUMEN

La radiación está presente en varias formas en nuestro entorno, se agrupa en fuentes naturales y artificiales. En las artificiales se utiliza en diferentes campos como industrial, investigación, médico, entre otros. En este último se utiliza para radioterapia y radiodiagnóstico, los equipos de radiación ionizante empleados con este fin, es necesario que estén contenidos en instalaciones con un blindaje adecuado del tal modo que proteja y limite la exposición a la radiación a un nivel aceptable. Existen varios materiales que se utilizan para blindaje como el plomo, el acero y el hormigón; pero dependiendo de la región suelen utilizarse materiales locales de construcción, pero no todos estos materiales están caracterizados. El objetivo de este trabajo fue estimar

mediante métodos Monte Carlo (código MCNP5), el coeficiente de atenuación lineal y el valor de la capa hemirreductora del block de concreto. Se modelo un tubo de rayos X con un blanco metálico de tungsteno y se utilizó un rango de energía desde 30 a 120 keV. Posteriormente se modelo un experimento de transmisión de geometría angosta, donde se utilizó como termino fuente los espectros de rayos X obtenidos. Los resultados mostraron que ambos parámetros solo dependen de la energía de los rayos X. Para este rango de energías es seguro utilizar el block de concreto como barrera de blindaje de salas de diagnóstico médico.

Palabras clave: Blindaje, Block de concreto, MCNP5, Rayos X.

ABSTRACT

Radiation is present in various forms in our environment, grouped into natural and artificial sources. In artificial sources, it's used in various fields, including industry, research, medicine, and others. In the latter, it is used for radiotherapy and radiodiagnosis. Ionizing radiation equipment used for this purpose must be contained in facilities with adequate shielding, thereby protecting and limiting radiation exposure to an acceptable level. Several materials are used for shielding, such as lead, steel, and concrete; however, depending on the region, local construction materials are often used, but not all of these materials are characterized. The objective of this work was to estimate, using Monte Carlo methods (code MCNP5), the linear attenuation coefficient and the value of the half-reducing layer of the concrete block. An X-ray tube was modeled with a tungsten metal target and an energy range of 30 to 120 keV. A narrow-geometry transmission experiment was subsequently modeled, where the obtained X-ray spectra were used as the source terminal. The results showed that both parameters only depend on the X-ray energy. For this energy range, it is safe to use the concrete block as a shielding barrier in medical diagnostic rooms.

Keywords: Concrete block, MCNP5, Shielding, X-rays.

1. INTRODUCCIÓN

La radiación está presente en una variedad de formas que encontramos todos los días y se agrupa en fuentes naturales y fuentes artificiales, en las naturales se puede encontrar la radiación natural de fondo (gas radón, materiales de la corteza terrestre, radiación cósmica). Mientras que en las artificiales se puede encontrar en diversos campos como investigación, industrial o medico (El-Khatib et al., 2022; Kanagaraj et al., 2024).

En este último campo, la radiología representa un papel fundamental y activo en los tratamientos de radioterapia y en los exámenes de diagnóstico, siendo responsable de la mayor exposición a la radiación ionizante procedente de fuentes artificiales. Debido a que la exposición a la radiación ionizante es perjudicial para el ser humano, es vital contar con materiales de protección eficientes para atenuar la radiación (Al-Rajhi et al., 2021; Gharissah et al., 2022).

Entonces, las instalaciones médicas que contienen equipos que utilizan radiación ionizante requieren de un blindaje adecuado para proteger y limitar la exposición a la radiación a un nivel aceptable tanto del personal médico como del público en general. El blindaje se basa en el principio de atenuación de la radiación que es la disminución de la fluencia de la radiación debido al bloqueo o rebote de las partículas con la ayuda de una barrera de un material específico (Mahmoud et al., 2020; Kim, 2022).

Algunos de los parámetros fundamentales para el estudio de materiales que se pretendan utilizar como blindaje, son el coeficiente de atenuación lineal y el valor de la capa hemirreductora (Çağlar et al., 2019).

La ley de Beer-Lambert establece que cuando un haz de fotones con intensidad (I_0) pasa a través de un material de espesor x , algunos fotones son absorbidos o dispersados de su dirección

original por el material; así, la intensidad de los fotones transmitidos ($I(x)$) se puede calcular mediante la Ecuación 1 (Kudo, 2018):

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

donde μ es el factor de atenuación lineal total del material absorbente (cm^{-1}). Este factor es la probabilidad por unidad de longitud de que en su transporte por el material los fotones interactúan con los átomos del material.

Mientras que la capa hemirreductora (HVL), se define como el espesor de un material absorbente que reduce la intensidad de los fotones incidentes a un valor medio, está dado por la Ecuación 2 (Manjunatha & Seenappa, 2019):

$$HVL = \frac{\ln 2}{\mu} \quad (2)$$

Dentro de los materiales más comunes para la protección contra la radiación se encuentra el acero, el plomo y el hormigón. Pero dependiendo de la región suelen utilizarse materiales de construcción locales, por ejemplo, en México el 88.7% de los muros están contruidos con materiales durables (piedra, concreto, toba de cantera, ladrillo y block de concreto) (Hernandez-Murillo et al., 2020). Sin embargo, algunas de estas construcciones contienen dispositivos o fuentes de radiación ionizante, siendo muy importante caracterizar estos materiales para su uso seguro como blindaje. Estas caracterizaciones pueden realizarse de manera experimental y computacional mediante simulaciones, como los métodos Monte Carlo.

El objetivo de este trabajo fue estimar mediante métodos Monte Carlo (código MCNP5), el coeficiente de atenuación lineal y el valor de la capa hemirreductora del block de concreto para su uso como material de blindaje contra la radiación ionizante de salas de diagnóstico médico que utilizan como fuente de radiación rayos X con energías desde 30 a 120 keV.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el código MCNP5 (X-5 Monte Carlo Team, 2003) se usaron métodos Monte Carlo para modelar un tubo de rayos X con las características del tubo comercial SIEMENS, modelo P135/20 (SIEMENS, 2025). En el modelo se incluyó un blanco de Tungsteno y se simuló la interacción y transporte de electrones monoenergéticos y la producción de rayos X. La energía de los electrones incidentes se varió desde 30 a 120 keV con intervalos de 10 keV. Esto, se hizo con el fin de incluir las diferentes energías utilizadas en los dispositivos de rayos X que se utilizan en las diferentes técnicas de diagnóstico médico.

En el modelo, el blanco de tungsteno y la fuente de electrones se envolvieron en vidrio y éste arreglo se insertó en una carcasa de plomo. Debajo del punto focal (donde los electrones le pegan al blanco) se dejó una ventana en la carcasa y debajo se colocó un filtro. Debajo del filtro se estimaron los espectros de rayos X para cada voltaje.

Los espectros de rayos X se utilizaron como término fuente en el código MCNP5, donde se modeló un experimento de transmisión de geometría angosta, para estimar los rayos X que atraviesan un material sin interactuar con éste. Así, fotones de cada espectro se emitieron hacia el blindaje y se estimaron los fotones que atravesaron el blindaje modelado con la composición elemental y densidad (2.32 g/cm^3) del block de concreto (Hernandez-Murillo et al., 2020).

El espesor del block (x) vario de 1 a 10 cm, con un intervalo de 1 cm. Para obtener la fluencia de rayos X después de la transmisión se colocó un detector puntual (tally f5) debajo del block de concreto. Para cada espesor y cada energía de los rayos X se usaron 3×10^5 historias, lo que permitió obtener incertidumbres menores al 3%.

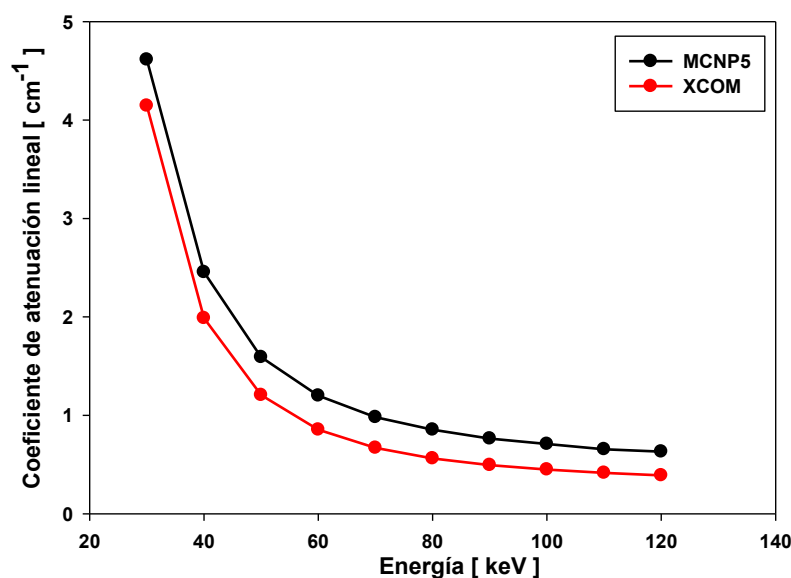
Los resultados de la fluencia de rayos X en función del espesor del block de concreto, se ajustaron por mínimos cuadrados ponderados a una función exponencial de acuerdo a la Ecuación 1, donde el argumento de la función exponencial corresponde al coeficiente de atenuación lineal (Vega Carrillo, 1989). Además, para realizar una comparación del coeficiente de atenuación lineal obtenido con los métodos Monte Carlo, se utilizó el código XCOM del National Institute of Standards and Technology (XCOM, 2025) para obtener este parámetro. Y posteriormente se calculó el valor de la HVL de acuerdo a la Ecuación 2.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra los coeficientes de atenuación lineal obtenidos mediante la simulación Monte Carlo y con el código XCOM, para las diferentes energías de los rayos X.

Figura 1

Comparación del μ obtenido con MCNP5 y con XCOM



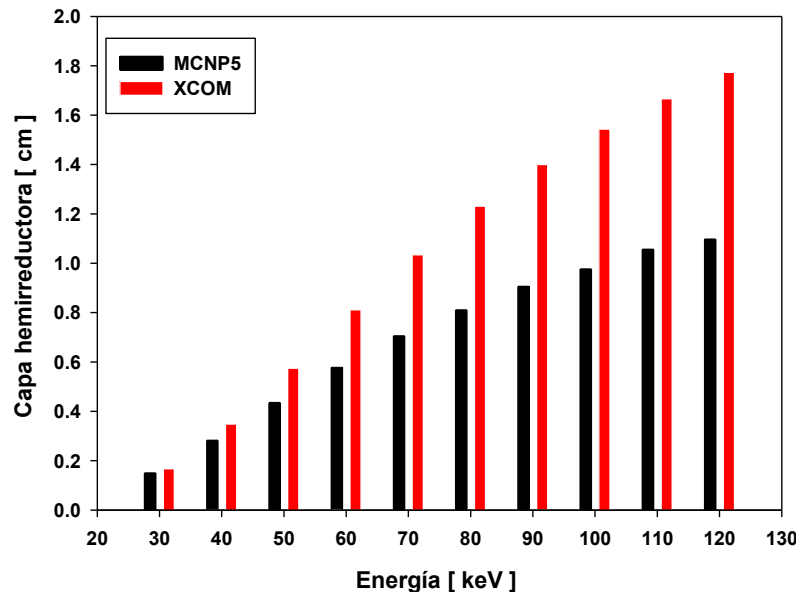
Se observa que este parámetro solo depende de la energía de los rayos X y del material de blindaje, conforme la energía aumenta su capacidad de atenuar se va reduciendo. Para energías de 120 keV se reduce aproximadamente 7 veces en comparación con la energía de 30 keV.

También, se puede observar que existe una diferencia porcentual entre los resultados obtenidos con MCNP5 y XCOM desde un 10% para la menor energía hasta un 38% para la mayor energía. Esto se debe a que en el código XCOM la energía de los fotones es monoenergética y se usó el valor máximo (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 keV), mientras que con el código MCNP5 el termino fuente se definió usando los espectros de rayos X, cuya energía promedio es más pequeña que la energía de los fotones monoenergéticos y que consideramos que es más adecuado usar los resultados obtenidos usando los espectros de los rayos X.

La Figura 2 muestra una comparación del valor de la capa hemirreductora obtenida con los códigos MCNP5 y XCOM.

Figura 2

Comparación de los valores de la HVL obtenidos con MCNP5 y con XCOM



Se observa que los valores obtenidos de la HVL con MCNP5 son más conservativos que los obtenidos con XCOM, por lo mencionado en la figura anterior. Con MCNP5 se necesita menos material de blindaje para reducir la intensidad de la radiación, esta diferencia es más notable para energías a partir de 50 keV, al considerar estos valores se estaría ahorrando material y por consecuencia costos.

4. CONCLUSIONES

Mediante métodos Monte Carlo se obtuvieron los coeficientes de atenuación lineal y el valor de la capa hemirreductora para el block de concreto para un rango de energías de rayos X desde 30 a 120 keV.

El valor del coeficiente de atenuación para una energía de 30 keV es de 4.61 disminuyendo hasta 0.63 para una energía de 120 keV, siendo más exactos que los obtenidos con el código XCOM.

Los valores de la capa hemirreductora obtenidos con los métodos Monte Carlo y XCOM muestran una diferencia considerable a partir de la energía de 50 keV. Los resultados obtenidos con Monte Carlo son más conservativos y precisos.

Estos parámetros son muy importantes en la caracterización del block de concreto debido a que en México este material no está caracterizado para su uso como blindaje y de acuerdo a esta investigación es viable utilizarlo para salas de diagnóstico médico que contengan dispositivos de rayos X que operen en un rango de energías de 30 a 120 keV.

REFERENCIAS

- Al-Rajhi, M. A., Idriss, H., Alaamer, A. A. S., & El-Khayatt, A. M. (2021). Gamma/neutron radiation shielding, structural and physical characteristics of iron slag nanopowder. *Applied Radiation and Isotopes*, 170, 109606. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2021.109606>.
- Çağlar, M., Kayacık, H., Karabul, Y., Kılıç, M., Özdemir, Z. G., & İçelli, O. (2019). Na₂Si₃O₇/BaO composites for the gamma-ray shielding in medical applications: Experimental, MCNP5, and WinXCom studies. *Progress in Nuclear Energy*, 117, 103119. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2019.103119>.
- El-Khatib, A. M., Shalaby, T. I., Antar, A., & Elsafi, M. (2022). Improving gamma ray shielding behaviors of polypropylene using PbO nanoparticles: an experimental study. *Materials*, 15(11), 3908. <https://doi.org/10.3390/ma15113908>.
- Gharissah, M. S., Ardiansyah, A., Pauziah, S. R., Muhammad, N. A., Rahmat, R., Heryanto, H., & Tahir, D. (2022). Composites cement/BaSO₄/Fe₃O₄/CuO for improving X-ray absorption characteristics and structural properties. *Scientific Reports*, 12(1), 19169. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23908-0>.
- Hernandez-Murillo, C. G., Contreras, J. R. M., Escalera-Velasco, L. A., de Leon-Martínez, H. A., Rodriguez-Rodriguez, J. A., & Vega-Carrillo, H. R. (2020). X-ray and gamma ray shielding behavior of concrete blocks. *Nuclear Engineering and Technology*, 52(8), 1792-1797. <https://doi.org/10.1016/j.net.2020.01.007>.
- Kanagaraj, B., Anand, N., Raj, S., & Lubloy, E. (2024). Advancements and environmental considerations in portland cement-based radiation shielding concrete: Materials, properties, and applications in nuclear power plants—review. *Cleaner Engineering and Technology*, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100733>.
- Kim, S. C. (2022). Comparison of shielding material dispersion characteristics and shielding efficiency for manufacturing medical X-ray shielding barriers. *Materials*, 15(17), 6075. <https://doi.org/10.3390/ma15176075>.
- Kudo, H. (2018). *Radiation Applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-7350-2>.
- Mahmoud, M. E., El-Khatib, A. M., Halbas, A. M., & El-Sharkawy, R. M. (2020). Investigation of physical, mechanical and gamma-ray shielding properties using ceramic tiles incorporated with powdered lead oxide. *Ceramics international*, 46(10), 15686-15694. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.03.119>.
- Manjunatha, H. C., & Seenappa, L. (2019). Gamma and X-ray shielding properties of various types of steels. *Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science*, 5(4), 044501. <https://doi.org/10.1115/1.4043814>.
- SIEMENS. (10 de febrero de 2025). *X-ray Tubes & X-ray Tube Assemblies*. SIEMENS Healthineers. <https://www.oem-xray-components.siemens.com/x-ray-tube>.
- Vega Carrillo, H. R. (1989). Least squares for different experimental cases. *Revista Mexicana de Física*, 1989(4), 597-602. <https://doi.org/10.48779/0egn-1c86>.
- X-5 Monte Carlo Team. (2003). MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code. Versión 5. LA-UR03-1987. Los Alamos National Laboratory.
- XCOM. (5 de junio de 2025). *Element/Compound/Mixture Selection*. National Institute of Standards and Technology. <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/html/xcom1.html>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-62>

IMPACTO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN EL ITSSNP

Hernández Corona, Sergio

Tecnológico Nacional de México/ ITS de la Sierra Norte de Puebla
Ciudad de Puebla, País México
Sergio4003@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9642-6510>

Aguilar Paniagua, Yoana Nery

Tecnológico Nacional de México/ ITS de la Sierra Norte de Puebla
Ciudad de Puebla, País México
yoananeri19@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6881-2522>

Díaz Merchan, Guadalupe Aney

Tecnológico Nacional de México/ ITS de la Sierra Norte de Puebla
Ciudad de Puebla, País México
diazanmer@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0438-4067>

RESUMEN

Ante la escasez de agua y la explotación de los acuíferos, se han puesto en funcionamiento sistemas de captación de agua pluvial, debido a que el suministro de agua potable en muchas localidades es insuficiente. Estos sistemas generan una conciencia importante dentro del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. La disponibilidad de agua en el Instituto es un problema actual, ya que a menudo se carece de este servicio, el agua es un recurso indispensable para actividades de consumo humano, proporcionando beneficios institucionales significativos, principalmente para las carreras que más lo utilizan, las cuales lo ocupan para la realización de prácticas en campo. Además, se destaca la reducción del consumo de agua potable de la red, en comparación con los grandes beneficios de captar agua pluvial para diversos usos en el Instituto. Hoy en día, el aprovechamiento del agua es de gran interés no solo en el Tecnológico, sino en todo el mundo, el principal objetivo es evaluar la viabilidad de los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) en el ITSSNP, basados en una metodología de investigación propia, la cual está dividida en 3 etapas; Teórica, Práctica y de Análisis obtenidas como resultados de la recopilación de datos sobre el suministro de agua potable y pluvial, llevados en una bitácora de campo, teniendo este mismo un impacto, social, ambiental, económico. La implementación de un SCAP es una excelente alternativa para abastecer necesidades básicas tanto en el Tecnológico como en la región.

Palabras clave: Agua pluvial, Sistema de captación, impacto económico, agua potable

ABSTRACT

Faced with water scarcity and the exploitation of aquifers, rainwater harvesting systems have been implemented, due to the insufficient supply of potable water in many localities. These systems generate an important awareness within the Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. The availability of water in the Institute is a current problem, as this service is often lacking, water is an indispensable resource for human consumption activities, providing

significant institutional benefits, mainly for the careers that use it the most, which use it for carrying out field practices. In addition, the reduction of potable water consumption from the network is highlighted, compared to the great benefits of capturing rainwater for various uses in the Institute. Today, the use of water is of great interest not only in the Technological Institute, but worldwide, the main objective is to evaluate the feasibility of the SCAP (Rainwater Harvesting Systems) in the ITSSNP, based on its own research methodology, which is divided into 3 stages; Theoretical, Practical and Analysis obtained as results from the collection of data on the supply of potable and rainwater, carried out in a field log, having this same impact, social, environmental, economic. The implementation of a SCAP is an excellent alternative to supply basic needs both in the Technological Institute and in the region.

Keywords: Rainwater, Harvesting system, economic impact, drinking water

1. INTRODUCCIÓN

En el municipio de Zacatlán, los mantos acuíferos que abastecen a la ciudad se han visto dañados debido al deterioro del ecosistema del lugar y de la erosión del suelo, que han sido dañados por diversos factores como lo son:

El municipio ha contribuido al deterioro del agua potable debido a su falta de interés y apoyo en el mantenimiento de la red de distribución. La población, por su parte, ha influido en el agotamiento del agua por su falta de interés, cultura y educación. Las empresas extractivas, como las minas, han afectado el entorno con sus excavaciones, provocando derrumbes, erosión del suelo y desvío de corrientes de agua. Además, el ciclo hidrológico se ha alterado debido a la contaminación excesiva y el daño al ecosistema.

En los últimos años, en el Municipio de Zacatlán, no se ha aprovechado adecuadamente los Sistemas de Captación de Agua Pluvial como una alternativa para obtener agua potable, a pesar de la creciente escasez de este recurso. Los mantos acuíferos que abastecen a la ciudad han sido dañados por el deterioro del ecosistema y la erosión del suelo, causada por diversos factores. Entre los aspectos determinantes de este desaprovechamiento se encuentran:

- La falta de interés y apoyo en el mantenimiento de la red de agua potable por parte del municipio, así como de la población en implementar sistemas de captación.
- La falta de interés, cultura y educación de la población.
- Los impactos negativos de las empresas extractivas, como las minas.
- La alteración del ciclo hidrológico debido a la contaminación excesiva y el daño al ecosistema.
- La difusión sobre este tema es deficiente; no se han realizado suficientes conferencias, talleres y otras actividades para informar a la sociedad, y pocos están al tanto para impulsar estos sistemas.
- La sociedad carece de información sobre la viabilidad, rentabilidad, beneficios e impactos de los sistemas de captación de agua.
- La población tiene la percepción de que estos sistemas son costosos, poco rentables o innecesarios.
- Falta apoyo del gobierno en términos de recursos económicos y de expertos en el tema para llevar a cabo la implementación adecuada de estos sistemas.

El objetivo que persigue la investigación es evaluar la viabilidad de los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) en el ITSSNP a través de la medición del grado de impacto económico para darlo a conocer a la sociedad y aprovechar el funcionamiento de los mismos para darle un beneficio a la comunidad de Zacatlán. La captación de agua de lluvia es una

práctica llevada a cabo por un grupo diverso de personas con diferentes opiniones, percepciones y formas de manejar el recurso, lo cual se debe a la alta tasa de inmigración en la región. Entre los entrevistados, predomina una opinión positiva sobre la captación de agua de lluvia. Esta práctica les brinda a los usuarios una conciencia diferente sobre el recurso, proporcionándoles seguridad y control sobre el mismo, lo cual favorece su implementación por parte de los tomadores de decisiones, dado que existe una alta aceptación de esta ecotecnía. Además, los métodos de captación de agua de lluvia tienden a utilizar sistemas simples en mayor medida y sistemas complejos en menor medida. La captación de agua de lluvia debe ser vista como un componente crucial para aumentar el suministro de agua en zonas urbanas y rurales, prevenir inundaciones y mitigar los efectos del cambio climático AR, Fernandez et al (2017); Technologies, S.E (2024). En muchos países en desarrollo, como Brasil, el suministro de agua no llega a toda la población en cantidad y calidad suficientes, lo que hace necesario considerar formas de ampliar dicho suministro. La recolección de agua de lluvia (RWH, por sus siglas en inglés) es una de las alternativas para este fin; sin embargo, su potencial debe ser analizado localmente y en función del tipo de edificio, ya que estas características incluyen diversas particularidades, como el régimen de precipitaciones y el costo del servicio de suministro de agua, junto con un análisis de costo-beneficio, son las principales variables que determinan la selección del volumen óptimo del depósito de almacenamiento Breno, de Paiva, & Rios (2022); de Oliveira & de Maria Albuquerque (2017).

Los usos más frecuentes son aquellos que implican menos contacto con el agua, como el riego de plantas y la limpieza del hogar, y un pequeño porcentaje de usuarios lo destina a la higiene personal y consumo Sosa, E.et al. (2020); Álvarez, Sustaita, & Morales (2023) Los lugares con potencial para construir sistemas de captación de agua de lluvia representan el 7% de la superficie de la subcuenca estudiada, siendo en su mayoría adecuados para la instalación de terrazas y presas de contención. Las hoyas o jagüeyes, junto con las presas de contención, permitirán almacenar agua pluvial para diversos usos. De este modo, la captación de agua de lluvia ayudará a disminuir la escasez de agua en la Cuenca Alta del Rio Mixteco (CARM). Además, las represas de control, terrazas, barreras y zanjas contorno contribuirán a la conservación del suelo y del agua. Álvarez, Cisneros et al. (2021) Los resultados obtenidos han permitido determinar que los tanques para almacenar agua de lluvia deben ser más grandes en las localidades ubicadas al norte de la cuenca, donde llueve menos, mientras que, hacia el suroeste, donde la acumulación anual de lluvia es mayor, se requieren tanques de menor capacidad. Para un número de usuarios igual a cuatro, las capacidades de los tanques en las zonas del norte de la cuenca podrían ser superiores a 25 m³ para cubrir el 40% de la demanda. En contraste, en las zonas del centro y sur, las capacidades oscilan entre 16 y 20 m³. Además, la variabilidad temporal y espacial de la lluvia influye en el dimensionamiento de los tanques, lo que implica que las características de un sistema de captación de agua de lluvia serán diferentes para cada localidad y hogar, y no es posible estandarizarlas. De acuerdo al autor Bernabe (2022) se ha demostrado que, por lo general, se instalan canalizaciones en los bordes de los diferentes edificios o estructuras, complementadas con una red de sumideros (rejillas) que dirigen el agua a través de galerías subterráneas hacia un gran aljibe, ubicado normalmente en un lugar central de la fortificación. Asimismo, el terreno circundante se organiza de manera similar para recoger la escorrentía y llevarla a depósitos cercanos. Las aguas atmosféricas aún no están reguladas en nuestro país. Por el momento, el agua de lluvia es un recurso gratuito y, al mismo tiempo, una molestia cuando provoca inundaciones. Devalle (2017) Los sistemas de captación de agua de lluvia están pasando de ser construcciones de cemento a otros materiales, aunque no han sido evaluados adecuadamente, además, la población debe ser consciente de que este tipo de almacenamiento requiere mantenimiento y que los materiales tienen una vida útil muy limitada. Weitaoet al. (2024) El agua presente en la atmósfera, mayormente en forma de nubes, niebla y vapor de agua, representa una fuente hídrica alternativa abundante. Sin embargo, suele ser

pasada por alto en cuanto a su aprovechamiento, a pesar de su ubicuidad, relativa pureza y capacidad de moverse continuamente a lo largo del ciclo hidrológico global. Incluso en entornos áridos como los desiertos, puede ser extraída mediante el uso de materiales o dispositivos absorbentes adecuados. Tashtoush & Y., (2024) Este estudio representa una respuesta rápida al problema mundial de la escasez de agua, reconociendo la necesidad urgente de mitigar sus impactos adversos en las comunidades, los ecosistemas y la vida silvestre, todos los cuales se ven afectados por las consecuencias del calentamiento global y el cambio climático, siendo la escasez de agua una de las más graves.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Zacatlán de las manzanas es una localidad ubicada en la Sierra norte del estado de Puebla (ver figura 1), la cual tiene las siguientes coordenadas, Latitud: 19° 56' 00'', Longitud: 97° 57' 38'' Wikipedia (2025) la ubicación de Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte del Estado de Puebla, Latitud: 19° 56' Norte, Longitud: 97° 57 Oeste, con una altitud aproximada: 2,010 metros sobre el nivel del mar México (2023).

Figura 1

Localización de Zacatlán



En la presente investigación se utilizó una metodología mixta (Cuantitativa-Cualitativa) dentro del componente cualitativo se realizaron entrevistas semiestructuradas a usuarios del sistema, para obtener un perfil sociodemográfico del usuario en donde se preguntó lo relacionado a su (edad, sexo, nivel de estudios, lugar de procedencia y preguntas relacionadas al conocimiento de los sistemas de captación) para incorporar nociones acordes con los usos y las necesidades actuales del recurso, así como toda la parte teórica siguiente:

Etapas Teóricas.

1. Concebir la Idea a Investigar y sus Antecedentes.
2. Elaborar el Planteamiento del Problema.
3. Definir los Objetivos General y Específicos.
4. Elaborar la Justificación.
5. Elaborar el Marco Teórico y Estado del Arte.
6. Definir la Investigación y el Alcance.

7. Formular las Hipótesis.
8. Seleccionar la Muestra Apropiada para la Investigación.
9. Determinación del Tipo de Estudio.
10. Elaboración, selección, diseño y prueba de los instrumentos de medición y Recolección de Datos.

En el componente cuantitativo se realizó un análisis estadístico referente al consumo de agua utilizando regresión lineal, aplicando la prueba (t) y la prueba (F), se realizó el cálculo de ahorros económicos el cual se basa en los datos reales tomados en la investigación.

Etapas Prácticas.

1. Aplicación del Instrumento de Medición (Encuestas).
2. Recolección de Datos de Campo.

Etapas de Análisis.

3. Procesamiento y Análisis de la Información.
4. Elaboración del Reporte de Resultados y Representación Gráfica.

Desarrollo de la investigación.

Encuesta.

Se realizó una encuesta a una determinada muestra poblacional de alumnos y del personal que labora en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, para obtener información acerca del conocimiento sobre los sistemas de captación de agua pluvial, esto en base a la escala de medición Likert para la clasificación y medición de las respuestas de un Cuestionario, y así poder hacer posteriormente un análisis de los resultados obtenidos, para el cálculo del tamaño de muestra se hizo uso del tamaño de muestra de la población conocida.

$$n = \frac{(Z)^2(p)(q)(N)}{(e^2(N - 1)) + (Z)^2(p)(q)}$$

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(1826)}{((0.05)^2(1826 - 1)) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 318$$

De las respuestas más importantes del instrumento de medición se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 2

Respuestas más importantes del instrumento de medición en la gráfica (1) los resultados obtenidos muestran que el 89% de los encuestados dicen que es conveniente utilizar agua pluvial en las labores del hogar, mientras que en la gráfica (2) el 88% de los encuestados dicen que existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región.

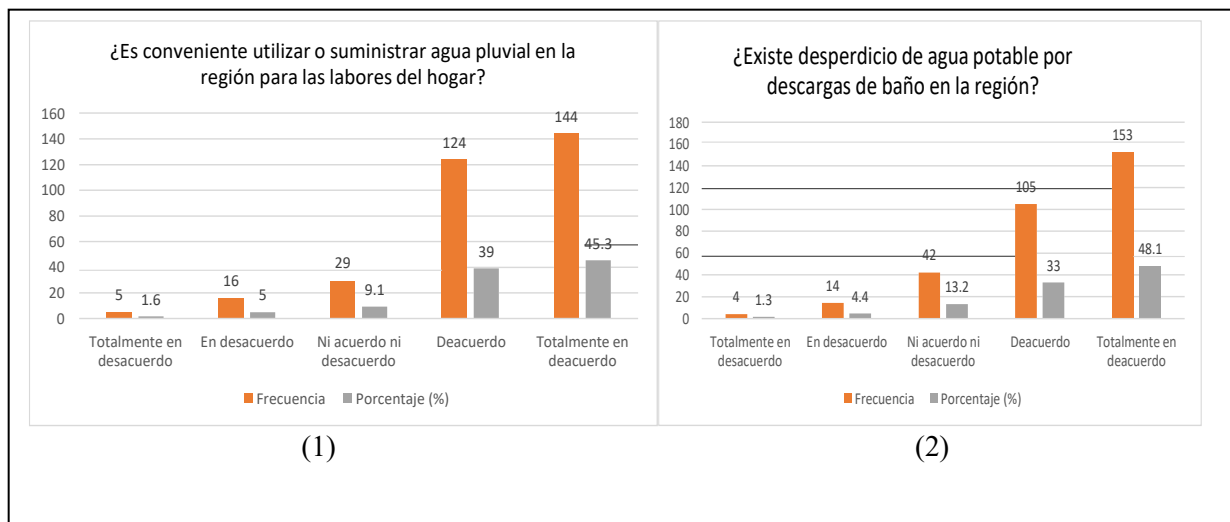
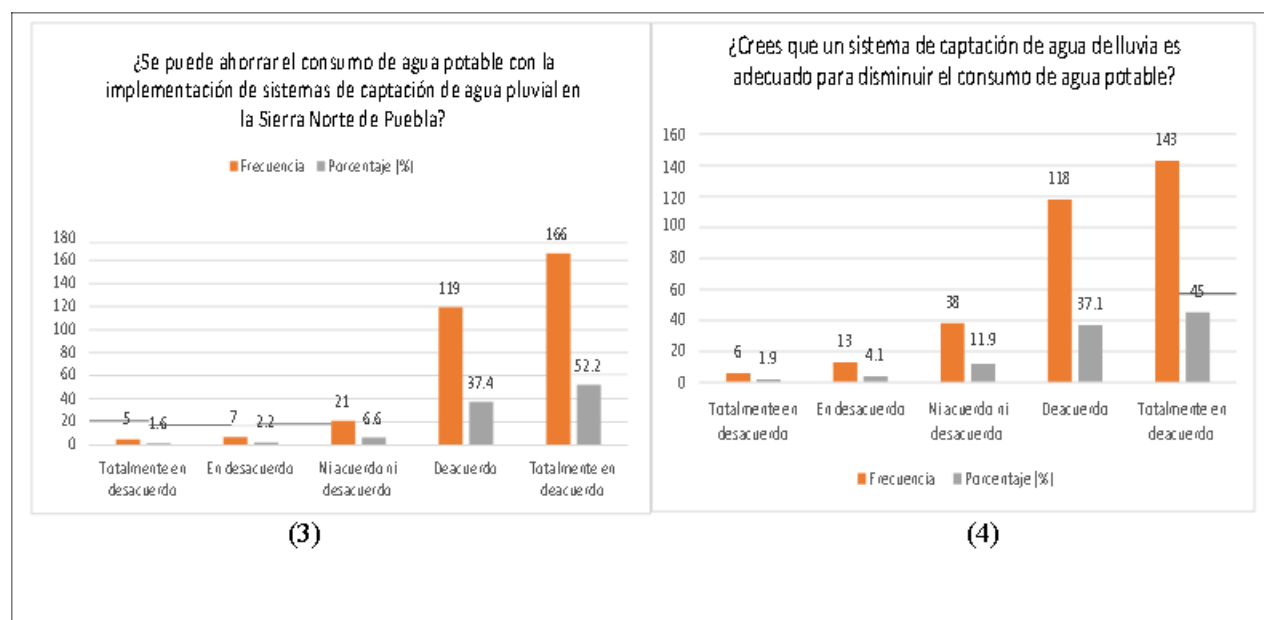


Figura 3

Respuestas más importantes del instrumento de medición, gráfica (3) los resultados muestran que el 92% de las personas están de acuerdo en que, si se puede ahorrar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla, mientras que en la gráfica 4 el 88% dicen que los sistemas de captación son adecuados para disminuir el consumo de agua potable. Una vez hecho el análisis del instrumento de medición se procedió a la recolección de datos en campo mediante una bitácora o diario de campo.



Procedimiento de Recolección de Datos.

La bitácora, o diario de campo que se implementó consistió en llevar el control semanal del consumo de agua potable y pluvial de las cisternas del ITSSNP, mediante una tabla en donde se registró semanalmente la cantidad en metros cúbicos de agua potable y la cantidad de agua pluvial suministrada a los tinacos de los edificios, para después sacar el consumo total semanal de agua y así determinar el porcentaje de agua potable suministrada en esa semana, así como

también el porcentaje de agua pluvial. Después de la obtención de estos datos, los mismos fueron manipulados para la realización de estadísticos con los cuales se comprobaron las hipótesis plantadas sobre si hay ahorro de agua potable en un gran porcentaje, como también el ahorro económico que se está generando al suministrar agua pluvial, también estos datos nos sirvieron para determinar los meses en los que hay mayor demanda de agua pluvial, entre otras cosas.

Formato de Registro semanal de la cantidad en metros cúbicos de agua potable y de agua pluvial suministrada a los tinacos de los edificios del ITSSNP.

Tabla 1
Bitácora de campo

			A. POTABLE(m³)	A. PLUVIAL(m³)	TOTAL A. POTABLE (m³)	TOTAL A. PLUVIAL (m³)	TOTAL (m³)
2022	JULIO	SEMANA 1	168	4.035	745	28.142	773.142
		SEMANA 2	175	6.528			
		SEMANA 3	216	9.327			
		SEMANA 4	186	8.252			
	AGOSTO	SEMANA 1	232	30.973	892	117.133	1009.133
		SEMANA 2	222	26.542			
		SEMANA 3	225	33.285			
		SEMANA 4	213	26.333			
	SEPTIEMBRE	SEMANA 1	278	32.051	1162	116.205	1278.205
		SEMANA 2	293	27.837			
		SEMANA 3	307	24.59			
		SEMANA 4	284	31.727			
	OCTUBRE	SEMANA 1	197	18.543	815	53.834	868.834
		SEMANA 2	206	12.348			
		SEMANA 3	186	10.046			
		SEMANA 4	226	12.897			
	NOVIEMBRE	SEMANA 1	215	35.48	892	118.563	1010.563
		SEMANA 2	234	27.651			
		SEMANA 3	208	29.64			

2023	DICIEMBRE	3			694	86.775	780.775
		SEMANA 4	235	25.792			
		SEMANA 1	185	21.693			
		SEMANA 2	167	26.49			
		SEMANA 3	173	24.537			
		SEMANA 4	169	14.055			
	ENERO	SEMANA 1	83	0.647	330	4.124	334.124
		SEMANA 2	75	0.863			
		SEMANA 3	82	1.589			
		SEMANA 4	90	1.025			
	FEBRERO	SEMANA 1	95	3.105	440	12.423	452.423
		SEMANA 2	110	2.876			
		SEMANA 3	128	3.021			
		SEMANA 4	107	3.421			
	MARZO	SEMANA 1	154	1.65	549	5.161	554.161
		SEMANA 2	133	1.523			
		SEMANA 3	137	0.838			
		SEMANA 4	125	1.15			

	ABRIL	SEMANA 1	72	2.276	258	9.105	267.105
		SEMANA 2	68	2.569			
		SEMANA 3	54	1.834			
		SEMANA 4	64	2.426			
	MAYO	SEMANA 1	168	7.72	746	28.71	774.71
		SEMANA 2	179	6.825			
		SEMANA 3	195	7.177			
		SEMANA 4	204	6.988			
		SEMANA	192	3.728			

	JUNIO	1			741	13.149	754.149
		SEMANA 2	185	2.987			
		SEMANA 3	189	3.01			
		SEMANA 4	175	3.424			
	JULIO	SEMANA 1	158	1.549	598	5.576	603.576
		SEMANA 2	143	1.23			
		SEMANA 3	149	0.989			
		SEMANA 4	148	1.808			
	AGOSTO	SEMANA 1	105	5.974	377	25.491	402.491
		SEMANA 2	79	6.521			
		SEMANA 3	94	6.029			
		SEMANA 4	99	6.967			
	SEPTIEMBRE	SEMANA 1	165	6.032	709	22.777	731.777
		SEMANA 2	180	4.856			
		SEMANA 3	177	5.547			
		SEMANA 4	187	6.342			
	OCTUBRE	SEMANA 1	259	0.457	1121	2.659	1123.659
		SEMANA 2	280	0.638			
		SEMANA 3	286	0.71			
		SEMANA 4	296	0.854			
	NOVIEMBRE	SEMANA 1	397	23.41	1709	70.419	1779.419
		SEMANA 2	426	19.675			
		SEMANA 3	454	12.604			
		SEMANA 4	432	14.73			
	DICIEMBRE	SEMANA 1	342	0.986	1417	3.507	1420.507
		SEMANA 2	364	0.741			
		SEMANA 3	354	0.853			
		SEMANA 4	357	0.927			
		SEMANA	368	0			

2024	ENERO	1			1436	0.0008	1436.0008
		SEMANA 2	343	0			
		SEMANA 3	359	0.0008			
		SEMANA 4	366	0			
	FEBRERO	SEMANA 1	442	0	1745	0	1745

		SEMANA 2	438	0			
		SEMANA 3	440	0			
		SEMANA 4	425	0			
		SEMANA 4					
	MARZO	SEMANA 1	315	0	1207	0	1207
		SEMANA 2	307	0			
		SEMANA 3	295	0			
		SEMANA 4	290	0			
	ABRIL	SEMANA 1	351	0	1386	0	1386
		SEMANA 2	338	0			
		SEMANA 3	346	0			
		SEMANA 4	351	0			
	MAYO	SEMANA 1	303	0	1141	0	1141
		SEMANA 2	276	0			
		SEMANA 3	285	0			
		SEMANA 4	277	0			
	JUNIO	SEMANA 1	234	1.324	917	5.762	922.762
		SEMANA 2	219	1.092			
		SEMANA 3	227	1.74			
		SEMANA 4	237	1.606			
	JULIO	SEMANA 1	156	0.879	589	6.104	595.104
		SEMANA 2	147	1.32			
		SEMANA 3	138	1.51			
		SEMANA 4	148	2.395			

	AGOSTO	4					
		SEMANA 1	183	0.541	702	2.974	704.974
		SEMANA 2	168	0.396			
		SEMANA 3	175	0.687			
		SEMANA 4	176	1.35			
	SEPTIEMBRE	SEMANA 1	243	0.888	955	3.948	958.948
		SEMANA 2	225	0.659			
		SEMANA 3	238	1.024			
		SEMANA 4	249	1.377			
	OCTUBRE	SEMANA 1	313	6.41	1221	31.795	1252.795
		SEMANA 2	298	10.025			
		SEMANA 3	306	2.673			
		SEMANA 4	304	12.687			
	NOVIEMBRE	SEMANA 1	297	2.001	1153	73.865	1226.865
		SEMANA 2	293	12.033			
		SEMANA 3	278	41.297			
		SEMANA 4	285	18.534			
	TOTAL		26647	848.2018	26647	848.2018	27495.2018

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos de la bitácora de campo. los datos que se presentan de la bitácora de campo, sobre el suministro de agua potable y de agua pluvial total dentro del itssnp, se les aplicó un análisis de regresión lineal, aplicando un gráfico de dispersión a los datos para obtener la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación (r^2) (gráfica 4), y así compararlo con los datos anteriormente calculados, posteriormente se les aplicó un análisis de datos dentro del mismo software para así poder obtener los datos para comprobar nuestra hipótesis (tabla 2), estableciendo como:

H0: Los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) generan un alto ahorro de agua potable en las instalaciones del ITSSNP.

H1: Los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) no generan un alto ahorro de agua potable en las instalaciones del ITSSNP.

Figura 4

Regresión Lineal en el consumo general

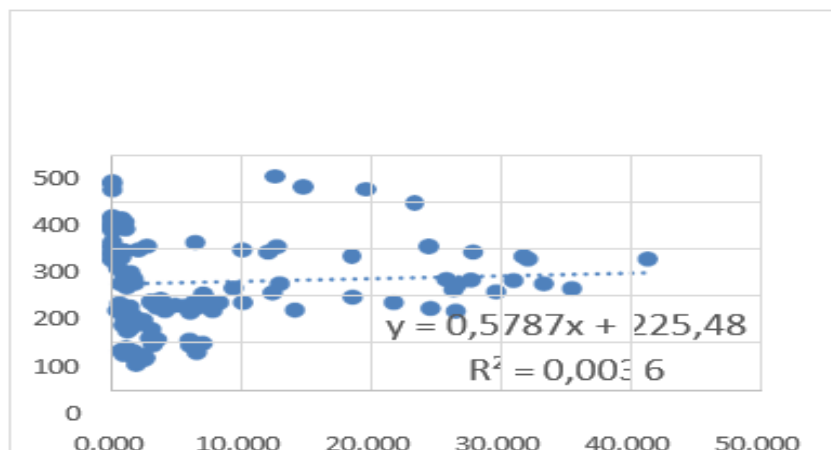


Tabla 2
Resultados del Análisis de Regresión Lineal del Consumo General

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.059811918
Coefficiente de determinación R ²	0.003577466
R ² ajustado	-0.005163083
Error típico	97.70231303
Observaciones	116

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3907.027424	3907.027424	0.409295311	0.523611016
Residuos	114	1088214.585	9545.741971		
Total	115	1092121.612			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	225.4839916	11.22669924	20.08462032	3.02959E-39	203.2439869	247.7239964	203.2439869	247.7239964
Variable X 1	0.578703052	0.90456002	0.639761917	0.523611016	-1.21322338	2.370629485	-1.21322338	2.370629485

Por lo tanto, se establece que existe evidencia significativa de que los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) generan un alto ahorro de agua potable en las instalaciones del ITSSNP, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.6397 y el valor de tablas es de 1.981, por lo que el criterio de rechazo de H₀ es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t Gutiérrez & De la vara (2012). Lo cual se expresa 0.6397 < 1.981 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa (Figura 5), también realizando el análisis con la prueba f, con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba f es de 0.4092 y el valor de tablas es de 3.924, por lo que el criterio de rechazo de H₀ es representada de la siguiente manera: f calculada > f α representado por el valor de tabla f Gutiérrez & De la vara (2012). Lo cual se expresa 0.4092 < 3.924 por lo que el estadístico de prueba (f) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, (Figura 6).

Figura 5
Comprobación de la Hipótesis mediante la distribución (t)

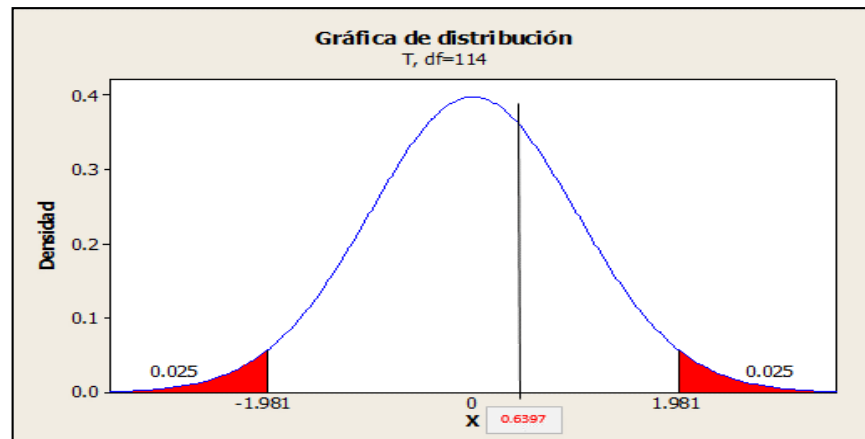
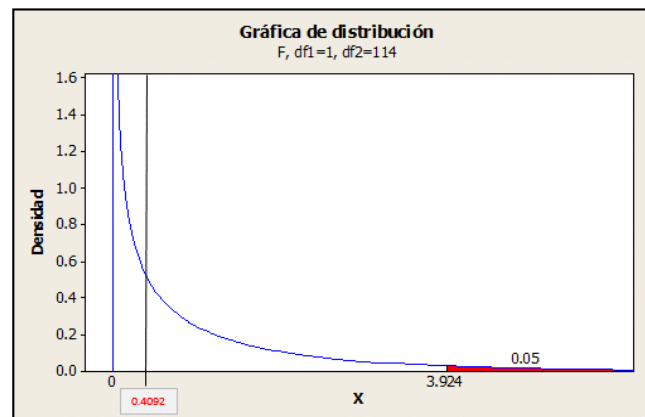


Figura 6

Comprobación de la hipótesis mediante la distribución (F)



Discusión

Tal como lo menciona, Pedroza, S. et al. (2018) que la captación de agua de lluvia es una alternativa ante la escasez del vital líquido para fines domésticos y/o productivos. El sistema de captación de agua de lluvia de los techos (SCAPT) en la URUZA, es un módulo de apoyo en la capacitación a productores sobre una mejor cultura en la captación y el mejor uso del agua. La cisterna de ferro cemento en una alternativa real para las comunidades y población en general, desde el punto de vista económico, ecológico y social. De acuerdo a Sosa, E. et al. (2020) hace mención en las formas de captación de agua de lluvia apuntan a una mayor utilización de sistemas simples y en menor medida de sistemas complejos, de acuerdo a Álvarez, O. et al. (2023) hace mención que las hoyas o jagüeyes, así como las presas de contención, permitirán almacenar agua pluvial para diversos usos. De esta forma, la captación de agua de lluvia contribuirá reducir la escasez de agua, de acuerdo a los resultados obtenidos en el Salvador y de acuerdo a, Aramendi, G. et al. (2016), se llegó a que el tiempo que han tenido los sistemas de captación en las familias fue por lo general positivo ya que ellos valoran de forma positiva el impacto que los sistemas han tenido sobre la vida diaria, ya que genera un ahorro de tiempo y dinero, una cierta garantía en épocas en donde se presentan las temporadas de lluvia, así mismo les beneficia por las épocas por las que no tienen lluvia.

Es importante destacar que después de todo lo analizado por el equipo de trabajo en la investigación se concluyó que es fundamental la combinación de varios instrumentos para financiar transferencia de tecnología y construcción de los sistemas captación de agua pluvial del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, ya que estos pueden generar cambios permanentes en la comunidad tecnológica y aumentar la efectividad de las acciones y la sostenibilidad del instituto. Se considera que la educación ambiental es importante para enfrentar la escasez de recursos hídricos y los efectos de la sequía, los sistemas de captación de agua de pluvial instalados en el tecnológico deberían funcionar como una herramienta eficaz para la concientización y educación de los jóvenes Galindo, T. et al. (2019). De acuerdo al autor Mena, R. et al. (2021) Los sistemas de captación de agua de lluvia, que abarcan su recolección, almacenamiento y tratamiento, han sido empleados con éxito para abordar la escasez de agua potable en varios países del mundo. Entre estos sistemas, el de captación en techos es el más comúnmente utilizado para el uso doméstico. Este método no solo representa una excelente alternativa para aumentar la disponibilidad de agua en las comunidades, sino que también ayuda a reducir la emisión de gases de efecto invernadero asociados con el transporte de agua en pipas. En términos de uso del agua urbana, el uso del agua debe ajustarse en la estructura industrial. En general Almazroui, M. et al. (2017) los recursos hídricos están volviéndose cada vez más insuficientes debido al cambio climático, especialmente en las regiones áridas y semiáridas del mundo, las cuales son más vulnerables a estos cambios. Por ello, es crucial encontrar maneras de aumentar la disponibilidad de agua. Una de las estrategias consiste en la captación de agua de lluvia (RWH) como una fuente adicional para el suministro de agua. Alifujiang, Y. et al. (2024) En cuanto al uso del agua urbana, es necesario ajustar el consumo de agua dentro de la estructura industrial, mejorar la eficiencia en la conservación del agua en la agricultura y redistribuir los recursos hídricos hacia los sectores secundario y terciario. Durante el proceso de urbanización, se deben realizar análisis y consideraciones integrales sobre la integración de los recursos hídricos y la energía, con el fin de reducir costos y emisiones contaminantes. Esto se logrará mejorando la eficiencia en el uso del agua y disminuyendo el consumo de energía. Basándose en el objetivo de una utilización sostenible de los recursos hídricos, es importante cuantificar el futuro objetivo de uso del agua en la ciudad y proponer restricciones adecuadas. De acuerdo a Aklan, de Fraiture, & G. (2024) al estudiar los sistemas históricos de captación de agua de lluvia y su recuperación, es esencial considerar los impactos socioeconómicos, incluyendo el contexto y las costumbres locales. La combinación de tecnologías y prácticas antiguas y modernas (como maquinaria contemporánea y estructuras de diversos tamaños) podría mejorar la efectividad en la recolección y uso del agua pluvial. De acuerdo al autor Wahida, M. et al. (2023); Wigati, R. et al. (2021) la calidad del agua de lluvia recolectada debe garantizar fuentes de agua limpia y segura, aunque se limite a usos no potables como la descarga de inodoros, el riego de jardines y el lavado de automóviles. Cabe mencionar de acuerdo a Ghisi & Douglas (2024) la adopción masiva de sistemas de recolección de agua de lluvia en edificios multifamiliares puede ayudar a disminuir la presión sobre la infraestructura urbana, esto representa un gran potencial para investigar otras fuentes de suministro no potable en edificios multifamiliares, como el uso de agua de lluvia.

El sistema de aprovechamiento del agua de lluvia es una alternativa viable para abastecer en cantidad y calidad de agua las diferentes actividades generadas en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. El sistema instalado de aprovechamiento del agua de lluvia está integrado por el área de captación, el sistema de conducción, la infraestructura de almacenamiento, la filtración y el sistema de distribución de agua. La difusión del sistema de captación de agua pluvial ha permitido dar a conocer y capacitar tanto a estudiantes, personal académico y demás personal del Instituto el funcionamiento e implementación de sistemas de captación de agua pluvial. La difusión del sistema de captación de agua pluvial ha permitido dar a conocer y capacitar a otros usuarios potenciales de agua potable en Zacatlán como:

Instituciones educativas, mercado municipal, hospitales y población, municipios, en general sobre el funcionamiento e implementación de sistemas de captación de agua pluvial.

5. CONCLUSIONES

Con base a todos los análisis que se han realizado y en la literatura citada con anterioridad a lo largo del proyecto se pueden concluir los siguientes puntos:

Según los datos obtenidos en la bitácora de campo sobre el suministro de agua potable y agua pluvial en el ITSSNP, se concluye que el ahorro de agua potable y/o suministro de agua pluvial asciende a 848.2018 m³, lo que equivale al 3.08% del consumo total de agua durante el período comprendido entre julio de 2023 y julio de 2024. En términos económicos, esto representa un ahorro de \$7,379.35, considerando que cada metro cúbico de agua consumida tiene un costo de \$8.70 MXN.

Los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) están generando un alto ahorro de agua potable en las instalaciones del ITSSNP, pero podrían generar todavía aún más ahorro si es que se tuviera un SCAP (Sistema de Captación de Agua Pluvial) instalado en cada edificio, ya que en base al análisis de regresión lineal que se hizo sobre el sistema instalado en el edificio A, el coeficiente de determinación r^2 nos arrojó que los resultados de nuestra variable X (Consumo de Agua Pluvial) son mejores que los de nuestra variable Y (Consumo de Agua Potable), es decir, el Sistema de Captación de Agua Pluvial instalado en este edificio, es mejor ya que podemos ocupar el agua obtenida de este para muchas cosas, sin embargo el agua potable no, esto quiere decir que el SCAP ayuda a reducir el consumo de agua potable disminuye el gasto económico que genera el ITSSNP.

Cabe mencionar que de alguna forma se encuentra vinculado el desperdicio de agua con el consumo, asegurando que al usarse sin un control este vital líquido es susceptible a desperdiciarse, también, la sustentabilidad está relacionada con los sistemas de captación de agua de pluvial y del interés real que tienen las personas en implementar estos sistemas para su beneficio y del entorno mismo. Es importante mencionar que el desperdicio de agua está relacionado con su consumo, ya que cuando este recurso vital se usa sin control, es más propenso a ser malgastado. La sustentabilidad se vincula con los sistemas de captación de agua pluvial y con el interés genuino de las personas en implementar estos sistemas para su propio beneficio y para el del entorno. Se puede aceptar de forma social interna y externa que los sistemas de captación de agua de lluvia en el Instituto están generando un alto impacto ante la sociedad.

Los factores social, sustentable y económico ejercen un impacto muy fuerte en la región de tal forma que se ve demostrado en el consumo del agua potable de la misma. De igual forma queda demostrado que se ejerce un fuerte impacto de tipo económico, social y sustentable en el consumo de agua pluvial en la región.

En general, los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia representan una alternativa viable para proporcionar agua en cantidad y calidad adecuada para diversas actividades en el instituto. La implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial en instituciones, hospitales, hogares, entre otros, es una excelente opción para satisfacer necesidades básicas. Este enfoque se basa en el hecho de que el agua de lluvia es un recurso natural que los seres humanos no utilizamos completamente, ofreciendo así una oportunidad para mejorar la calidad de vida en el futuro.

REFERENCIAS

Agua, C. N. (2009). *Semblanza Historica del Agua en México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Aguilar, R. M., & Carreón Barrientos, J. J. (2048). Análisis de viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO. *Jovenes en la ciencia*, 3144-3148.
- Aklan, M., de Fraiture, C., & G., H. L. (2024). Why we should revitalize indigenous water harvesting systems: Lessons learned. *International Soil and Water Conservation Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.05.004>
- Alifujiang, Y., Feng, P., & Jiang, Y. (2024). China's Urban Water Utilization Based on the Water. *Water*, 16, 1-15. doi:doi.org/10.3390/w16030462
- Almazroui, M., Nazrul, I. M., S., B. K., Sen, Z., & Masood, A. (2017). Posibilidad de captación de agua de lluvia en condiciones de cambio climático: un estudio de caso a escala de cuenca en una provincia occidental de Arabia Saudita. *Investigación atmosférica*, 1891, 11-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.01.004>
- Álvarez, O. G., Cisneros, C. C., Sustaita, R., Morales Luis, R., & Herrera Arellano, I. (2021). Optimal sizing of rainwater harvesting tanks for. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 166-208. doi:[10.24850/j-tyca-13-06-04](https://doi.org/10.24850/j-tyca-13-06-04)
- Álvarez, O. G., Sustaita, R. F., & Morales, L. R. (2023). Identificación de sitios con potencial para captar agua de lluvia en la Cuenca Alta del Río Mixteco, Oaxaca, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 251-287.
- Álvarez, O., Sustaita, R. F., & Morales, L. R. (2023). Identification of sites with potential for rainwater. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 251-287. doi:[10.24850/j-tyca-14-01-06](https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-01-06)
- Andales, A., Bauder, T., & Arabi, M. (2014). Mobile irrigation water management system using collaborative GIS and weather station. *Practical Applications of Agricultural System Models to Optimize the Use of Limited Water*, 53-84 Vol.5, <https://doi.org/10.2134/advagricsystmodel5.c3>.
- AR, L. V., Fernandez, M. G., Dornelles, F., & Medellín, A. J. (2017). Comportamiento de sistemas de captación de agua de lluvia bajo escenarios de demanda de agua no potable y tipologías de superficie de cubierta utilizando un enfoque estocástico. *Revista de Producción más Limpia*, 1481, 204-313.
- Aramendi, G., Canales, M. L., & Aguilar, F. M. (2016). Aproximación preliminar al impacto socioeconómico de los sistemas de captación del agua de lluvias en el salvador. *Entorno*, 54-67.
- Ballén, J. G. (2006). HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA. *Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água* (págs. 1-12). Brasil: SEREA.
- Barkin, D. (2011). La gestión popular del agua: Respuestas locales frente a la globalización centralizadora, en economía ecológica. *Economía Ecológica*.
- Basán, N., Sanchez, L., Ruben, T., Díaz, F., & Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano. *Aqua-LAC*, 15-25.
- Bernabe, C. M. (2022). RAINWATER COLLECTION AND ACCUMULATION SYSTEMS. *REVISTA MURCIANA DE ANTROPOLOGÍA*, 29, 137-160. doi:[dx.doi.org/10.6018/rmu0469951](https://doi.org/10.6018/rmu0469951)

- Breno, M. d., de Paiva, B. I., & Rios, R. M. (2022). Feasibility, seasonality and reliability of rainwater harvesting in buildings of a university in Campina Grande, Paraíba. *Brazilian Journal of Water Resources*, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220210127>
- de Oliveira, V. S., & de Maria Albuquerque, A. C. (2017). A procedure to analyze the viability of rainwater harvesting systems in urban areas based on pre-defined diagrams. *Brazilian Journal of Water Resources*. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0217160012>
- Devalle, d. B. (2017). Cosecha de agua de lluvia y. *Prisma*, 8, 3-6.
- Escamilla, P. D. (2010). Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable. *CONAMA 10*, 1-17.
- Galindo, T. H., Gayosso, R. R., Villalba, C. E., Garrido, R. R., & Hernández, C. S. (2019). Análisis estadístico del abastecimiento del sistema de captación de agua pluvial del centro de computo. *Iberoamericana de Ciencias*, 106-115.
- Ghisi, E., & Douglas, A. F. (2024). Economic Feasibility of Rainwater Harvesting and Greywater. *Wster*, 16, 1-21. doi:<https://doi.org/10.3390/w16111580>
- Gutiérrez, P. H., & De la vara, S. R. (2012). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS*. México: Mc .
- Imaz, G. M., Armienta, H. M., Lomnitz, C. E., & Torregrosa, F. M. (2018). Captación de Agua de Lluvia como una opción de agua potable en la Ciudad de México. *Sustainability*, 1-13.
- Lopez, H. N., Palacios, V. O., Anaya, G. M., Chavez, M. J., Rubiños, P. J., & García, C. M. (2017). Diseño de sistemas de captación del agua de lluvia: alternativa de abastecimiento hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1433-1439.
- Mena, R. R., Vega, A. R., Cruz Gutiérrez, F. V., Rejón, P. D., & Fermín, T. G. (2021). Maximum investment to increase water availability in communities in the border. *Journal of development*, 2 No.4, 6475-6490. doi:10.46932/sfjdv2n5-015
- México, E. e. (22 de noviembre de 2023). *Escuelas en México*. Recuperado el 30 de junio de 2025, de https://www.escuelasmexico.org/instituto-tecnologico-superior-de-la-sierra-norte-de-puebla-licenciatura-discontinuo-puebla?utm_source=chatgpt.com
- Pedroza, S. A., Chávez, R. J., Trejo, C. R., & Ruiz, T. J. (2018). *Sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades del municipio de MAPIMÍ, durango, México*. México: Universidad Autonoma de Chapingo.
- Ruiz, S. (2014). *Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso*. Oaxaca: universidad tecnológica de la mixteca.
- Sánchez, C., & Salinas, J. L. (2021). Aquappolos: aplicación móvil para la captación de agua de lluvia en la CDMX. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 423-454, DOI: 10.24850/j-tyca-2021-05-10.
- Sosa, M. A., E., N. N., Leal, B. R., Frausto, M. O., & Casas Beltran, D. A. (2020). Perception and Forms of Rainwater Management by Users. *Environmental society*, 23, 1-27. doi:10.31840/sya.vi23.2166

- Sosa-Martinez, A., E. Narchi, N., Leal-Bautista, R. M., Fausto, M. O., & Casas, B. D. (2020). Percepción y uso del agua de lluvia por usuarios en una comunidad del Caribe mexicano. *Sociedad Ambiente*, 1-27.
- Tashtoush, B., & Y., a. (2024). Sistema de captación de agua atmosférica con energía solar fuera de la red: análisis y evaluación del rendimiento en diversas condiciones climáticas. *Science of The Total Environment*, 906. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167804>
- Tashtoush, B., & Y., A. A. (2024). Sistema de captación de agua atmosférica con energía solar fuera de la red: análisis y evaluación del rendimiento en diversas condiciones climáticas. *Science of The Total Environment*, 906. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167804>
- Technologies, S. E. (s.f.). *Rainwater Harvesting*. Recuperado el 16 de Julio de 2024, de <https://www.sustainable.com.au/rainwater-harvesting>
- Ulacia, R. (1 de Abril de 2014). Sistemas de captación de Agua de lluvia. *Impluvium*, págs. 1-41.
- Villalonga, A. (2007 No. 288). *El imperialismo hidráulico de los Aztecas en la cuenca de México, en tecnología de agua*. México.
- Wahida, M. R., Mohd, S. H., Yusuf, B., & Mohamed, R. B. (2023). Suitability model development for rooftop rainwater harvesting (RRWH) system in an urban area using geographical information systems. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 45, 294-300. Obtenido de <https://sjst.psu.ac.th/>
- Weitao, Z., Youb, T., & Wu, W. (2024). Captación pasiva de agua atmosférica: materiales, dispositivos y perspectivas. *Nano Energy*, 125. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2024.109572>
- Wigati, R., Indera, K. R., & Sabri, F. (2021). Rainwater harvesting system planning and design (Case study: Female. *TEKNIKA: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, 17, 262-271. doi:<http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v17i2.12407>
- Wikipedia. (20 de abril de 2025). *Wikipedia*. Recuperado el 30 de junio de 2025, de https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Zacatl%C3%A1n?utm_source=chatgpt.com
- Wikipedia. (20 de abril de 2025). *Wikipedia*. Recuperado el 30 de junio de 2025, de https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Zacatl%C3%A1n?utm_source=chatgpt.com

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-63>

CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE LA JALEA REAL USADA PARA CONSUMO HUMANO

Alcalá Escamilla, Karla Itzél

CENID FyMA-INIFAP

Querétaro, México

alcala.karla@inifap.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-1782>

Sandoval Peraza, Valentino Mukthar

UVM-Escuela de Ciencias de la Salud

Yucatán, México

valentino_sandoval@my.uvm.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2612-1316>

RESUMEN

La jalea real (JR) es un producto elaborado por las abejas que se puede consumir como suplemento alimenticio debido a los nutrientes que se encuentran en su composición; sin embargo, es necesario evaluar la calidad de la proteína para conocer el beneficio real que la jalea puede ofrecer al consumidor. A través de diferentes pruebas y ecuaciones, se evaluó el valor nutricional de la proteína proveniente de la JR obtenida en México. Los análisis que se realizaron fueron porcentaje de proteína cruda, determinación del perfil de aminoácidos, proporción de aminoácidos esenciales, puntaje químico, aminoácido limitante, relación de eficiencia de proteína calculada y valor biológico. Los resultados demostraron que la JR posee un valor importante de proteína (13.40 ± 0.14); además, en su composición se encuentran todos los aminoácidos esenciales y no esenciales que requiere un individuo adulto para su alimentación; no obstante, el triptófano y la suma de aminoácidos azufrados se comportaron como aminoácidos limitantes. La relación de eficiencia de proteína calculada fue mayor al valor de referencia que se utiliza para clasificar como proteínas de calidad. El valor biológico fue de 7.41. Los resultados indican que la JR puede servir como un suplemento alimenticio, ayudando a complementar la dieta de los consumidores

Palabras clave: Abejas melíferas, aminoácidos, jalea real, proteína.

ABSTRACT

Royal jelly (RJ) is a product produced by bees and can be consumed as a dietary supplement due to the nutrients found in his composition; however, its protein quality must be evaluated to predict the real benefits that RJ can offer to consumers. By applying different tests and equations, the nutritional value of the RJ protein obtained in Mexico was calculated. The performed analyses were crude protein (%), amino acids profile, essential amino acids ratio, chemical score, limiting amino acid, calculated protein efficiency ratio, and biological value. The results show that RJ has a significant protein content (13.40 ± 0.14); in addition, it contains all the essential and non-essential amino acids required for an adult individual for nutrition. The tryptophan and sulfur-amino acids acted as limiting amino acids. The calculated protein efficiency ratio was higher than the used as a reference to classify the protein quality. The biological value was 7.41. These results indicate that RJ could be serve as a dietary supplement, coadjuvant to the consumers' diets.

Keywords: Amino acids, honey bees, protein, royal jelly.

1.INTRODUCCIÓN

La jalea real (JR) es una sustancia secretada por las glándulas hipofaríngeas de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.); está conformada por una mezcla de agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, aminoácidos, minerales, enzimas, hormonas y oligoelementos. (Xue, *et al.*, 2017). Este producto suele usarse como un suplemento alimenticio para las personas debido a su concentración de proteína, el cual oscila entre un 9 a un 18%; sin embargo, el porcentaje de proteína no es el único parámetro que se debe considerar para evaluar la calidad de la proteína de un alimento.

La calidad de la proteína es una medida de la biodisponibilidad y se define como la capacidad de la proteína para cubrir los requerimientos del individuo y depende fundamentalmente de la composición de los aminoácidos (AAS) y su biodisponibilidad; por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de la proteína de la jalea real elaborada por abejas *Apis mellifera* L. en México, a través de las formulas establecidas para determinar la proporción de aminoácidos esenciales, puntaje químico, determinación del aminoácido limitante, razón de eficiencia de las proteínas calculado y el valor biológico.

2.MARCO CONCEPTUAL

Las proteínas son macromoléculas conformadas por aminoácidos que desempeñan una gran cantidad de funciones en las células; por lo que deben de formar parte de la alimentación para un óptimo crecimiento, desarrollo y mantenimiento (González-Torres, *et al.*, 2007). Para evaluar la calidad de la proteína, se han desarrollado ecuaciones y/o fórmulas que ofrecen información valiosa que permite inferir en la calidad, a través de comparar la composición de aminoácidos esenciales (AAE) presentes con patrones de referencia como el de la FAO, el cual está basado en las necesidades estimadas de AAE de la población, agrupándose en las necesidades lactantes (recién nacido hasta 6 meses), niños (6 meses hasta 3 años) y niños mayores, adolescentes, adultos (FAO, 2011).

Algunos parámetros que sirven para evaluar la calidad de las proteínas son: la Proporción de Aminoácidos Esenciales (PAE), Puntaje Químico (PQ), determinación del Aminoácido Limitante (AAL), razón de eficiencia de las proteínas (PER) y el Valor Biológico (VB).

La PAE indica el porcentaje de la proteína que está conformada por AAE. El PQ valora la proteína basándose en sus niveles de AAE, y permite determinar el AAL, el cual es el que se encuentra en menor cantidad, sus valores oscilan entre 0 a 1.0 (Kurpad, 2013). El PER compara el peso ganado en animales de laboratorio que consumen la proteína que se está evaluando contra el peso ganado en animales que consumen una proteína de referencia (Byrd-Bredbenner, *et al.*, 2013). Actualmente se han desarrollado cálculos que permiten estimar el PER a través de ecuaciones de regresión, denominado C-PER (razón de eficiencia de las proteínas calculado), el cual, guarda una alta correlación con los resultados de las pruebas *in vivo*. El C-PER evalúa la calidad de la proteína utilizando su composición química, a diferencia del PER tradicional que evalúa la calidad a través del crecimiento de los animales. Un valor de PER mayor a 2.0 indica una proteína de alta calidad y un valor por debajo de 1.5 se considera como proteína de baja calidad (Friedman, 1996).

El VB muestra cuan completa y útil es una proteína para el organismo, es la medida de la eficiencia en que la proteína absorbida se convierte en proteína de los tejidos corporales y los valores pueden ir de 0-100. La proteína de la clara de huevo presenta un VB de 100 lo cual la convierte en una proteína completa, de alta calidad y biodisponibilidad. (Byrd-Bredbenner, *et al.*, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La JR se obtuvo en el estado de Yucatán, México. Se determinó el porcentaje de proteína cruda (PC%) de acuerdo a la metodología de la AOAC International (2023). El perfil de AAS se realizó siguiendo la metodología de Alaiz, et al., (1992), para arginina (Arg), histidina (His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lis), metionina (Met), fenilalanina (Fen), treonina (Tre), valina (Val), cisteína (Cis), tirosina (Tir), ácido aspártico+asparagina (Asp), ácido glutámico+glutamina (Glu), serina (Ser), glicina (Gli), alanina (Ala) y prolina (Pro), posterior a una hidrólisis ácida con HCl y derivatización con EMMDE. Una alícuota de 20µL se inyectó en un equipo HPLC bomba cuaternaria 1260 Infinity (Agilent Technologies, EUA) con una columna C18 (Nova-Pak® EUA) 3.9x300mm. Para la determinación del triptófano (Trp) se realizó una hidrólisis alcalina con NaOH Yust et al., (2004).

Para la evaluación de la calidad de la proteína se utilizaron las siguientes fórmulas:

a) PAE:

$$\frac{AAE}{AAT} = \left(\frac{Ile + Leu + Lis + Met + Cis + Fen + Tir + Tre + Trp + Val + His}{Ala + Asp + Arg + Gli + Glu + Ile + Leu + Lis + Met + Cis + Fen + Tir + Tre + Trp + Val + His + Pro + Ser} \right) \times 100$$

Donde:

AAE: Aminoácidos esenciales

AAT: Aminoácidos totales

b) PQ: Se utilizó el patrón establecido por FAO (2011) de requerimientos de AAE para niños:

$$PQ = \frac{mg \text{ de AAE en } 1g \text{ de proteína de muestra}}{mg \text{ de AAE en } 1g \text{ de proteína del patrón}}$$

c) AAL:

$$AAL = AAE \text{ con } PQ < 1.00$$

d) C-PER: Se utilizó las ecuaciones de regresión desarrolladas por Lee et al (1978), utilizando como patrón de referencia el valor de 2.5 correspondiente a la caseína.

$$C - PER_7 = 0.08084[X_7] - 0.1094$$

$$C - PER_{10} = 0.06320[X_{10}] - 0.1539$$

Donde:

X7 = Σ de los valores de los aminoácidos Tre, Val, Met, Ile, Leu, Fen y Lis en g/100g de proteína

X10 = Σ de los valores de los aminoácidos His, Arg, Trp, Tre, Val, Met, Ile, Leu, Fen y Lis en g/100g de proteína

e) VB: Se utilizó la fórmula reportada por Chavan et al., (2001) quienes hacen referencia a Morup & Olesen, (1976); además del patrón establecido por FAO (2011) de requerimiento de AAE para niños.

$$VB = 10^{2.15} \times q_{Lis}^{0.41} \times q_{Fen+Tir}^{0.60} \times q_{Met+Cis}^{0.77} \times q_{Tre}^{2.4} \times q_{Trp}^{0.21}$$

Donde:

a_i mg del aminoácido por 1g de proteína

$q = \frac{a_i \text{ de la muestra}}{a_i \text{ del patrón de referencia}}$ Cuando a_i de la muestra es $\leq$ al a_i del patrón de referencia

$q = \frac{a_i \text{ del patrón de referencia}}{a_i \text{ de la muestra}}$ Cuando a_i de la muestra es $\geq$ al a_i del patrón de referencia

Los valores del perfil de AAS, PC% y las ecuaciones se registraron y analizaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de PC% fue de 13.40 ± 0.14 , valor que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NMX-FF-104-SCFI-2004 (Secretaría de Gobernación, 2004). Los resultados del perfil de AAS, AAL y PQ se indican en la Tabla 1. Al comparar la concentración de AAE con el patrón de la FAO (2011), se observó que la JR presenta valores mayores en His, Ile, Leu, Lis, Tre, Val y AAA; pero también contiene valores menores de Trp y SAA.

Tabla 1. Composición de aminoácidos, AAL y PQ en la JR

Aminoácidos	JR	FAO (2011)*	PQ
	mg/1g de proteína	mg/1g de proteína	
Cisteína	4.2±2		
Fenilalanina	49.9±3.5	-	-
Histidina	29.1±0.1	16	>1
Isoleucina	59±1.9	30	>1
Leucina	93.7±2.2	61	>1
Lisina	159.3±8.9	48	>1
Metionina	13.4±1.2	-	-
Tirosina	41.2±3.6		
Treonina	57.1±0.2	25	>1
Triptófano***	1.3±0.1	6.6	0.19
Valina	71±0.8	40	>1
SAA***	17.6	23	0.76
AAA	91.1	41	>1
Ác. aspártico+ Asparagina	110.3±6.6		
Ác. glutámico+ Glutamina	73.2±28.4		
Alanina	45.2±0.5		
Arginina	64.8±0.4		
Glicina	46.4±0.4		
Prolina	9.6±0.7		
Serina	70.9±1.2		

Nota. SAA: Aminoácidos azufrados (Met+Cis); AAA: Aminoácidos aromáticos (Fen+Tir).

*Requerimientos diarios para niños, adolescentes y adultos según la FAO.

***AAL de acuerdo al PQ

El PQ fue >1 en siete de los nueve AAE; el Trp presentó un valor <1, por lo que se consideró como el primer AAL seguido de los SAA. Debido a la presencia de dos AAL, se clasificó a la JR como una proteína incompleta (Byrd-Bredbenner, et al. 2013). Diversos factores pueden influir en la concentración de AAS, como la edad de la larva (Jie, et al., 2016), zona geográfica (Balkanska; 2015) o el alimento consumido por las abejas (Alcalá, et al. 2022).

El valor de PAE, C-PER y VB se muestra en la Tabla 2. La JR presentó un PAE de casi el 60%, indicando que la parte mayoritaria de la proteína está conformada por AAE, lo que puede ayudar a complementar la alimentación del consumidor.

Tabla 2. Valores de PAE, C-PER y VB de la JR

Parámetros	JR
PAE (%)	57.9
C-PER7	3.94
C-PER10	3.62
VB	7.41

Un valor de PER mayor a 2.0 sirve de indicador de que la proteína es de alta calidad (Friedman, 1996), la JR presentó un valor superior al del patrón de referencia de 2.5; por lo que se puede clasificar como un producto con un contenido proteico de buena calidad. El VB se muestra en la Tabla 2. Si se compara el resultado con el valor de la proteína de la clara de huevo, el valor de la JR se puede clasificar como bajo, sin embargo, muy pocas proteínas alcanzan valores tan altos como el estándar. El valor obtenido se puede deber a que la JR presentan en su composición dos AAL (Tabla 1), situación que afecta directamente su VB.

5.CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que la JR puede servir como un suplemento alimenticio para niños, adolescente y adultos, debido a que presenta un porcentaje importante de PC con una proporción de más del 50% de AAE. A pesar de presentar dos AAL posee concentraciones significativas de la mayoría de AAE, además de tener un valor alto de C-PER, lo que beneficia a los consumidores. Debido a que los parámetros estimados dependen principalmente de su composición de AAS y estos valores puede variar dependiendo de la floración, alimentación y geografía, es altamente probable que los valores difieran entre cosechas, épocas de producción y de una región a otra, por lo que lo más recomendable es hacer estos análisis cada que sea posible para contar con información confiable.

REFERENCIAS

- Alaiz, J., Navarro, J., Girón, J., & Voque. E. (1992). Amino acid analysis by highperformance liquid chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *Journal of Chromatography*, 591(1-2), 181-186. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(92\)80236-N](https://doi.org/10.1016/0021-9673(92)80236-N)
- Alcalá Escamilla, K.I., Moguel Ordóñez, Y.B., Sandoval-Peraza, V.M., Acevedo Fernández, J.J., Betancur Ancona, D.A. (2022). Anti-hypertensive activity in vitro and in vivo on royal jelly produced by different diets. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(1), 9 – 15. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i1.2812>
- AOAC International. (2023). *Official Methods of Analysis – AOAC* (22nd ed). Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Balkanska, R., & Zhelyazkova, I. (2015). Determination of amino acids and protein content in fresh and commercial royal jelly from bulgaria. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 29(3), 485–490. <http://dx.doi.org/10.4314/bcse.v29i3.16>
- Byrd-Bredbenner, C., Beshgetoor, D., Moe, G. & Berning, J. (2013). *Wardlaw, Perspectivas en nutrición* (9a ed.). Mc Graw Hill Education.
- Chavan, U.D., McKenzie D.B. & Shahidi, F. (2001) Functional properties of protein isolates from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chemistry*, 74(2), 177-187. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00123-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00123-6)

- FAO. (2011). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition*. Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food Nutr Pap. 92 [Archivo PDF]. [35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf](https://doi.org/10.2317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf)
- Friedman, M. (1996) Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *J. Agric. Food Chem.*, 44(1), 6-29. <https://doi.org/10.1021/jf9400167>
- González-Torres, L., Téllez-Valencia, A., Sampedro, J.G. & Nájera H. (2007) Las proteínas en la nutrición. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(2). <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/189/172>
- Jie, H., Li, P.M., Zhao, G.J., Feng, X.L., Zeng, D.J., Zhang, C.L., Lei, M.Y., Yu, M., Chen, Q. (2016). Amino acid composition of royal jelly harvested at different times after larval transfer. *Genet Mol Res.*, 15(3), 10.4238/gmr.15038306
- Kurpad, A.V. (2013). Protein, Quality and Sources. En: Caballero, A. (Ed.). *Encyclopedia of Human Nutrition*. (pp. 123 – 130) Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00241-5>
- Lee, Y.B., Elliott, J.G., Rickans, D.V. & Hagberg, E.C. (1978). Predicting protein efficiency ratio by the chemical determination of connective tissue content in meat. *Journal of Food Science*, 43(5), 1359-1362. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02490.x>
- Morup, I.K. & Olesen, E.S. (1976). New method for prediction of protein value from essential amino acid pattern. *Nutritional Report International*, 13, 355-365.
- Secretaría de Gobernación. (2004). NMX-FF-104-SCFI-2004 PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO-JALEA REAL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=678871&fecha=20/07/2004#gsc.tab=
- Xue, X., Wu, L., & Wang K. (2017). Chemical Composition of Royal Jelly. En: Álvarez-Suárez, J.M. (Ed.). *Bee products - Chemical and biological properties*. (pp 181-190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1_8
- Yust, M.M., Pedroche, J., Girón-Calle, J., Vioque, J., Millán F. & Alaiz, M. (2004). Determination of tryptophan by high-performance liquid chromatography of alkaline hydrolysates with spectrophotometric detection. *Food Chemistry*, 85(2), 317-320. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.07.026>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-64>

ADSORCIÓN DE NAPROXENO Y DICLOFENACO MEDIANTE HIDROGELES DE QUITOSANO: ANÁLISIS UTILIZANDO MODELACIÓN COMPUTACIONAL

Rojas Pabón Miguel Andrés

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México
mianropabon@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9220-5412>

Rangel Vázquez Norma Aurea

TecNM/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México
norma.rv@aguascalientes.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8371-0352>

RESUMEN

El presente estudio se centra en la aplicación de la química computacional para investigar la adsorción de antiinflamatorios no esteroideos (AINE's), como el naproxeno y diclofenaco, los cuales son considerados como contaminantes emergentes en el agua. Se utiliza la mecánica cuántica mediante el método AM1(Austin Model 1) para estudiar las interacciones moleculares entre los AINE's y el hidrogel a base de quitosano/glutaraldehído. Se calcularon los mapas de potenciales electrostáticos para visualizar las regiones de carga positiva y negativa, y evaluar la distribución de las cargas eléctricas en las moléculas de los AINE's y en el material adsorbente. Además, se realizan análisis de propiedades QSAR (relaciones cuantitativas estructura actividad) para investigar la relación entre la estructura de los AINE's y su capacidad de adsorción en el quitosano entrecruzado, junto con el análisis vibracional FTIR (Espectro Infrarrojo con Transformada de Fourier). También se calculan propiedades energéticas, como la energía libre de Gibbs, el calor de formación y el momento dipolar, para evaluar la estabilidad y la fuerza de las interacciones intermoleculares presentes en las interacciones adsorbente-adsorbato.

Palabras clave: Adsorción, diclofenaco, hidrogeles, naproxeno

ABSTRACT

This study focuses on the application of computational chemistry to investigate the adsorption of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), such as naproxen and diclofenac, which are considered emerging water pollutants. Quantum mechanics using the Austin Model 1 (AM1) method is used to study the molecular interactions between NSAIDs and the chitosan/glutaraldehyde-based hydrogel. Electrostatic potential maps are calculated to visualize positive and negative charge regions and evaluate the electrical charge distribution within the NSAID molecules and the adsorbent material. Furthermore, quantitative structure-activity relationship (QSAR) analyses are performed to investigate the relationship between the structure of NSAIDs and their adsorption capacity on cross-linked chitosan, along with Fourier Transform Infrared (FTIR) vibrational analysis. Energetic properties such as Gibbs free energy, heat of formation, and dipole moment are also calculated to evaluate the stability and strength of intermolecular interactions present in adsorbent-adsorbate interactions.

Keywords: Adsorption, diclofenac, hydrogels, naproxen.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación de agua por residuos de la industria farmacéutica ha despertado el interés de la comunidad científica debido a los posibles efectos nocivos que estos contaminantes causan en la salud humana y el medio ambiente (Veras et al., 2019). En la actualidad, las investigaciones científicas emplean métodos de química computacional para analizar sus procesos antes de proceder experimentalmente debido a que se pueden evitar pérdidas consideradas de dinero y tiempo. Es posible analizar procesos de adsorción de contaminantes e identificar la afinidad que existe con el material adsorbente, así como sus propiedades termodinámicas y realizar análisis vibracional FTIR empleando software como HyperChem o Gaussian (Jebali et al., 2015).

2. MARCO CONCEPTUAL

La industrialización representa un elemento esencial en el progreso económico de las naciones. Una alternativa para la remoción de estas sustancias es la adsorción que, a pesar de ser una técnica fácil de realizar puede presentar complicaciones durante la práctica o el desarrollo experimental, debido a la complejidad que ocasionan las sustancias a remover, principalmente compuestos farmacéuticos cuya estructura química son cadenas muy grandes (Maurya et al., 2022). Para solucionar este inconveniente es necesario utilizar un modelo confiable que permita predecir el desempeño general de la adsorción.

Debido a lo anterior, es necesario aplicar métodos para la eliminación de contaminantes del agua, una propuesta para ello es la aplicación del proceso de adsorción utilizando hidrogeles de quitosano entrecruzados con glutaraldehído. Este material representa una alternativa como agente complejante ecológico debido a su bajo costo, sus características intrínsecas (no tóxico y biodegradable), su hidrofiliidad, y sus propiedades químicas, por ejemplo, alta reactividad, propiedades de coagulación y biosorción, resultantes de la presencia de grupos hidroxilo reactivos y principalmente amina en las cadenas macromoleculares (Chopra & Kumar, 2020).

En la actualidad, el enfoque computacional permite un considerable ahorro de tiempo y recursos en comparación con los métodos experimentales tradicionales. La química computacional es utilizada para modelar los procesos de adsorción cuyo principal objetivo es la reducción de costos permitiendo predecir el comportamiento entre las sustancias involucradas y su afinidad (Gui et al., 2021). Se calculan propiedades termodinámicas como energía libre de Gibbs, momento dipolar y energía de unión que pueden describir de manera sencilla los procesos de adsorción

También, por medio de las propiedades de relación cuantitativa de estructura – actividad (QSAR), se proporciona información de la actividad biológica y fisicoquímica de las moléculas a partir de cálculos matemáticos (Khaled et al., 2022). Los resultados computacionales obtenidos de estas interacciones evidencian que estos métodos de simulación in silico producen modelos fiables en el campo de la química física (Thorpe & Riemann, 2022). La utilización de software HyperChem posibilita la obtención rápida y eficiente de predicciones acerca de las propiedades energéticas, QSAR, espectros vibracionales FTIR y mapas potenciales electrostáticos de los compuestos en estudio. Estas predicciones permiten evaluar de manera ágil la capacidad de adsorción de los compuestos en el material adsorbente, lo que contribuye a un entendimiento más profundo de las interacciones moleculares involucradas. Debido al análisis detallado de las interacciones moleculares que tienen lugar durante la adsorción es posible identificar las características estructurales más relevantes de dicho proceso. Esto, a su vez, permite el diseño y la optimización de compuestos con propiedades específicas, facilitando el desarrollo de moléculas con mayor capacidad de adsorción.

Por lo tanto, es posible calcular propiedades QSAR y termodinámicas con química computacional en el estudio de procesos de adsorción de antiinflamatorios no esteroideos (diclofenaco y naproxeno) utilizando como material adsorbente quitosano entrecruzado con glutaraldehído.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir del software HyperChem profesional 8.0 se realizó el dibujo de cada estructura molecular. Inicialmente, fueron añadidos los átomos presentes en la molécula y en el menú Build, se seleccionó la opción add H & Model Build con el objetivo de completar los hidrógenos y organizar espacialmente cada molécula. En este estudio se utilizó la mecánica cuántica mediante el método semiempírico AM1 sin restricciones usando el algoritmo Polak-Ribiere, una convergencia límite de 0.01, iteraciones de 450 para los fármacos y 3015 para el quitosano, además de un nivel de convergencia de 0.1 kcal/(mol Å). En el menú de Compute, se seleccionó la opción QSAR Properties y se determinaron el área de superficie y volumen, además del coeficiente de partición (LogP). Para las propiedades termodinámicas en el menú de Compute, opción Properties y se calculó la energía libre de Gibbs, calor de formación y momento dipolar de cada molécula. El FTIR se obtuvo para cada molécula empleando Gaussian 09W por medio del programa GaussView 6.0, se dio clic en el menú Results, opción Vibrations.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las propiedades energéticas de la adsorción diclofenaco-quitosano/GA se obtuvieron valores negativos de la energía libre de Gibbs y calor de formación demostrando que la interacción fue espontánea, estable y exotérmica. El incremento del momento dipolar fue atribuido a los grupos funcionales amino e hidroxilo del biopolímero quitosano/GA (Q/GA) lo que permitió una formación de enlaces de hidrógeno con el diclofenaco. Las propiedades QSAR indicaron un aumento en el volumen y área superficial durante la interacción lo que favorece y permite una mejor adsorción. El aumento del coeficiente de partición indicó que la interacción es más susceptible a ser soluble en compuestos polares como el agua. Se observó un valor elevado de polarizabilidad de la interacción comparado con los resultados individuales de las moléculas Q/GA y diclofenaco, demostrando que hubo mayores fuerzas intermoleculares durante la interacción, lo que permitió una mayor atracción entre las moléculas según su electronegatividad.

Tabla 1

Propiedades energéticas y QSAR de la adsorción de, (a) diclofenaco y (b) naproxeno en Q/GA.

Propiedades energéticas	Diclofenaco-Q/GA	Naproxeno-Q/GA
Energía libre de Gibbs (kcal/mol)	-586105	-572432
Calor de formación (kcal/mol)	-1683	-1721
Momento dipolar (D)	9.7	16.38
Propiedades QSAR	Diclofenaco-Q/GA	Naproxeno-Q/GA
Volumen (Å ³)	4018	3969
Área superficial (Å ²)	2027	2006
Log P	-14.34	-12.86
Polarizabilidad	160	156

Respecto a la interacción entre naproxeno y quitosano entrecruzado con glutaraldehído se observó una energía libre de Gibbs y calor de formación negativos, por lo tanto, la mezcla de las moléculas se llevó a cabo de manera espontánea, estable y exotérmica. El momento dipolar fue de 16.38 D, al compararlo con las demás interacciones de fármacos – Q/GA tuvo el valor más elevado, debido a la estructura del naproxeno donde existieron grupos éter y carboxilo. Además, este incremento permitió determinar que hubo un proceso de adsorción causado principalmente por puentes de hidrógeno. Entre las propiedades QSAR de la interacción se observó un alto volumen y área superficial, indicio de una buena atracción de las moléculas y, por lo tanto, el proceso de adsorción es favorable. El coeficiente de partición se mantuvo negativo, demostrando que las moléculas se pueden disolver en compuestos o solventes polares.

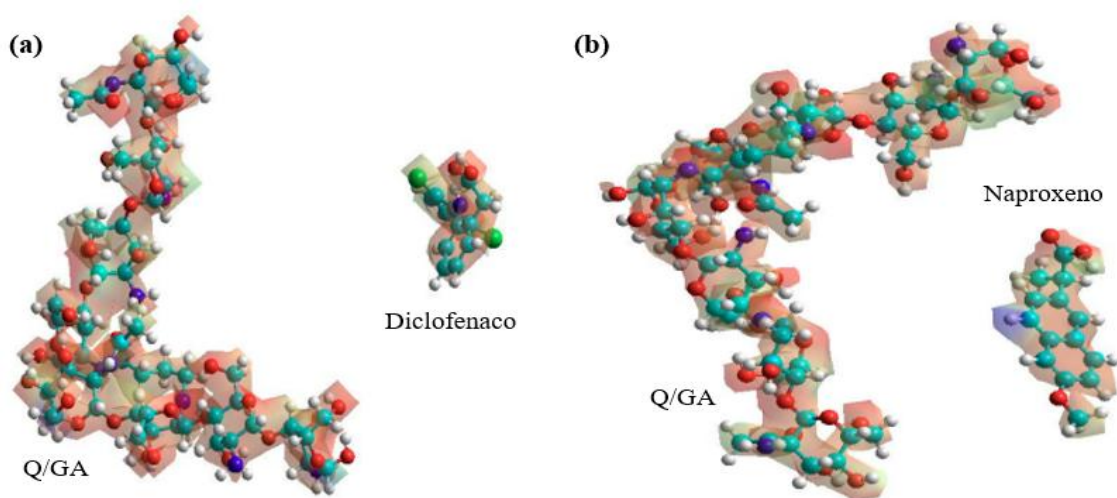
El coeficiente de partición del naproxeno de manera individual tuvo un valor positivo, indicando hidrofobia, pero al entrar en contacto con el Q/GA este tiene un comportamiento hidrofílico.

La molécula de diclofenaco presentó una baja densidad electrónica (ver figura 1a) propensa a ataques electrofílicos (zonas de color rojo) en los carbonos e hidrógenos del grupo aromático y los oxígenos del grupo carboxilo. Además, la carga neutra (zonas de color verde) fue observada en los átomos de cloro y la carga positiva (zonas de color azul) se encontró en los enlaces hidrógeno-carbono, los cuales son propensos a ataques nucleofílicos. El mapa potencial electrostático permitió predecir el posible sitio reactivo para la adsorción donde el grupo carboxilo de la molécula de diclofenaco puede formar puentes de hidrógeno con un grupo amino de la molécula de quitosano entrecruzado con glutaraldehído.

La figura 1b muestra que la molécula de Q/GA presenta alta densidad electrónica de forma general en los oxígenos y nitrógenos de las aminas (regiones de color rojo); estas zonas son susceptibles a tener ataques electrofílicos. De igual manera se mostró una zona ligeramente positiva en los hidrógenos externos (región de color azul) con la posibilidad de recibir ataques nucleofílicos. Para el naproxeno existe una zona cargada negativamente (región de color rojo) a lo largo de sus carbonos y oxígenos propensa a recibir ataques electrofílicos. En sus hidrógenos se encontraron cargas positivas (regiones de color azul) capaces de recibir ataques nucleofílicos. El puente de hidrógeno puede ser formado con el oxígeno de hibridación sp^2 del grupo carboxilo del naproxeno y un hidrógeno enlazado a un átomo de oxígeno del quitosano G/A.

Figura 1

Distribución electrónica de la adsorción de, (a) diclofenaco y (b) naproxeno en hidrogel de Q/GA.



La desaparición de la banda del grupo OH a 3424 cm^{-1} en el FTIR del diclofenaco indicó una posible adsorción entre el Q/GA y el fármaco. Respecto al diclofenaco, se detecta una vibración de estiramiento del grupo NH a 3211 cm^{-1} . Por último, se observa una vibración de estiramiento del grupo CO del Q/GA a 1317 cm^{-1} y de balanceo del OH del diclofenaco a 1305 cm^{-1} , lo que sugiere la posible adsorción y formación de enlaces de hidrógeno entre las moléculas. Respecto a la adsorción de naproxeno, las vibraciones de FTIR del Q/GA, se observan vibraciones de estiramiento para el grupo OH a 3504 , 3450 y 3418 cm^{-1} , mientras que el grupo funcional NH del Q/GA presentó una vibración de estiramiento a 3478 cm^{-1} . Estas vibraciones sugieren posibles interacciones entre los enlaces del grupo NH y OH del Q/GA y del grupo hidroxilo del naproxeno, respectivamente.

5. CONCLUSIONES

A través de métodos de química computacional se pueden predecir mecanismos de adsorción, así como la viabilidad de dichos procesos. En este caso, los colorantes podrían unirse a través de fuerzas electrostáticas, gracias a la presencia de grupos amino reactivos, así como de grupos hidroxilo. Con respecto a los resultados obtenidos, todos los sistemas de adsorción son espontáneos, estables y de naturaleza exotérmica, lo cual da pauta para la realización de los experimentos de adsorción.

AGRADECIMIENTOS

Al TecNM por el financiamiento otorgado para el desarrollo del proyecto 19315.24-P, de la Convocatoria 2024: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN.

REFERENCIAS

- Chopra, S., & Kumar, D. (2020). Ibuprofen as an emerging organic contaminant in environment, distribution and remediation. *Heliyon*, 6(6), e04087. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04087>
- Gui, B., Xu, X., Zhang, S., Wang, Y., Li, C., Zhang, D., Su, L., & Zhao, Y. (2021). Prediction of organic compounds adsorbed by polyethylene and chlorinated polyethylene microplastics in freshwater using QSAR. *Environmental Research*, 197(February), 111001. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111001>
- Jebali, A., Behzadi, A., Rezapour, I., Jasemizad, T., Hekmatimoghaddam, S. H., Halvani, G. H., & Sedighi, N. (2015). Adsorption of humic acid by amine-modified nanocellulose: an experimental and simulation study. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(1), 45–52. <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0659-z>
- Khaled, D. M., Elshakre, M. E., Noamaan, M. A., Butt, H., Abdel Fattah, M. M., & Gaber, D. A. (2022). A Computational QSAR, Molecular Docking and In Vitro Cytotoxicity Study of Novel Thiouracil-Based Drugs with Anticancer Activity against Human-DNA Topoisomerase II. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19). <https://doi.org/10.3390/ijms231911799>
- Maurya, A. K., Nagamani, M., Kang, S. W., Yeom, J. T., Hong, J. K., Sung, H., Park, C. H., Uma Maheshwera Reddy, P., & Reddy, N. S. (2022). Development of artificial neural networks software for arsenic adsorption from an aqueous environment. *Environmental Research*, 203(April 2021), 111846. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111846>
- Thorpe, J., & Riemann, A. (2022). Combined DFT and Molecular Mechanics Modeling of the Adsorption of Semiconducting Molecules on an Ionic Substrate: PTCDA and CuPc on NaCl. *ACS Omega*, 7(5), 4095–4100. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05590>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-65>

EFFECTO DE LA POSICIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA, EN LA RESPUESTA TRANSITORIA PARA UN REACTOR TUBULAR, EN EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE BENCENO PARA PRODUCIR ANHIDRIDO MALEICO

Manica Jauregui, Magdalena

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba
Orizaba, Veracruz, México
maggiemanicajauregui@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6921-6237>

Garcia Rojas, Isai

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba
Orizaba, Veracruz, México
isairojasjauregui@icloud.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0193-103X>

Urrea García, Galo Rafael

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba
Orizaba, Veracruz, México
grug@xanum.uam.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5994-9382>

Luna Solano, Guadalupe

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba
Orizaba, Veracruz, México
lupitals@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2470-6273>

RESUMEN

El presente estudio examina cómo la ubicación del sensor de temperatura, influye en el rendimiento de la estructura de control en cascada diseñada para regular la concentración de anhídrido maleico. Se evalúan once posiciones de sensor de temperatura a lo largo del reactor, aplicando un salto escalón en la temperatura de la chaqueta y evaluando, según el valor de la Integral Absoluta del Error (IAE), la posición con el mejor desempeño y la de menor eficacia del sistema. La dinámica del proceso se modeló utilizando modelos de primer orden más tiempo muerto (FOPDT), implementando una estrategia de control en cascada Proporcional/Proporcional-Integral (P/PI) utilizando el método de Control por Modelado Interno (IMC). Los resultados de la simulación bajo diferentes escenarios de perturbación muestran que, la ubicación del sensor tiene un impacto significativo en la respuesta transitoria del sistema. Colocar el sensor al final del reactor (95% de la longitud) resultó en una respuesta de asentamiento más suave y rápida en comparación con su ubicación al inicio (5%), cuya respuesta mostró oscilaciones más marcadas y prolongadas. Aunque el sistema de control diseñado

mantuvo eficazmente la concentración deseada de anhídrido maleico en ambos casos, la mejora en el comportamiento transitorio con el sensor ubicado al final del proceso sugiere que, esta elección es crucial para optimizar el rendimiento del sistema.

Palabras clave: control en cascada, Proporcional, Proporcional-Integral, reactores tubulares, sistema de control.

ABSTRACT

This study examines how temperature sensor location influences the performance of a cascade control structure designed to regulate maleic anhydride concentration. Eleven temperature sensor positions along the reactor are evaluated, applying a step change in the jacket temperature and evaluating, based on the Absolute Integral of Error (AIE) value, the position with the best and lowest performance in the system. Process dynamics were modeled using First Order Plus Dead Time (FOPDT) models, implementing a Proportional/Proportional-Integral (P/PI) cascade control strategy using the Internal Model Control (IMC) method. Simulation results under different disturbance scenarios show that sensor location has a significant impact on the system's transient response. Placing the sensor at the end of the reactor (95% of the length) resulted in a smoother and faster settling response compared to its initial location (5%), which showed more pronounced and prolonged oscillations. Although the designed control system effectively maintained the desired maleic anhydride concentration in both cases, the improvement in transient behavior with the sensor located at the end of the process suggests that this choice is crucial to optimize system performance.

Keywords: cascade control, control system, Proportional, Proportional-Integral, tubular reactors.

1. INTRODUCCIÓN

Mantener la productividad en una industria es fundamental para estar en competencia con el mercado industrial, para ello es necesario tener procesos sustentables, que no comprometan la seguridad laboral y la seguridad de los equipos o instalaciones, ya que las paradas no planificadas debido a fallas en los equipos pueden causar pérdidas significativas a la empresa (Mewada et al., 2025).

La automatización de los procesos permite desarrollar tareas de forma efectiva minimizando la necesidad de intervención de operadores, con el fin de optimizar los procesos, reduciendo costos, mitigando posibles errores (Ifechukwude Egbunokei et al., 2024).

Los procesos de oxidación como la reacción de transformación de benceno a anhídrido maleico son particularmente inestables debido a su exotermicidad, un ligero cambio de condiciones de operación puede tener consecuencias irreversibles tanto a nivel operacional como en la calidad del producto y el aprovechamiento de los recursos. La aplicación de estructuras de control permiten evitar los riesgos a los que está expuesto el proceso, manteniendo el equipo trabajando en las condiciones permisibles frente a las perturbaciones a las que este expuesto.

A lo largo de los años ha existido un gran interés en desarrollar investigaciones enfocadas en generar avances significativos en el control de procesos. Optimizar las estructuras de control haciéndolas más adaptables a los procesos permite tener compensadores más robustos. Un análisis de la disposición de los sensores de temperatura asegurara la obtención de información sobre el estado en el que se encuentra el proceso proporcionando datos precisos y relevantes al mismo tiempo permitirá la implementación de estrategias de control más robustas, ya que habrá un claro monitoreo de las desviaciones activando la implementación de acciones que sean correctivas y oportunas, optimizando el proceso y generando una operación segura. Esto es útil particularmente en procesos donde no es posible o practico tener sensores en todas partes y la detención temprana de desviaciones es imprescindible para no comprometer el objetivo de producción.

2. MARCO CONCEPTUAL

El estudio de la posición de los sensores de medición sigue siendo de interés para el buen desempeño de los procesos industriales, múltiples investigaciones han sido desarrolladas con el propósito de identificar las posiciones óptimas de medición, Waldruff et al. (1998) discutieron la posición óptima del sensor para un reactor tubular, demostrando que el método de colocación ortogonal puede ofrecer una buena aproximación para identificar las ubicaciones, proporcionando una herramienta útil para la selección estratégica de posición de los sensores cuando el análisis directo del modelo distribuido es complejo. Otros autores (Alonso et al., 2004) han representado el sistema de manera simplificada usando una descomposición ortogonal propia que permite reducir las dimensiones del problema sin perder aspectos esenciales del comportamiento del proceso, determinando el tipo y la cantidad de mediciones apropiadas mediante un método de optimización que buscaba maximizar la información obtenida de las mediciones minimizando la pérdida de precisión. Por otro lado, Hernández Espinosa et al. (2017) apreciaron que un esquema de control variable en cascada presenta un mejor desempeño en el proceso de oxidación de etileno llevado a cabo en un reactor tubular, comparando la estructura contra el desempeño de varios esquemas de control convencional frente a perturbaciones en la alimentación combinadas con una variación en la entalpía de reacción. Mas recientemente García-Rojas et al. (2024) trabajaron con el caso de estudio de este artículo y estudiaron la posición del sensor de temperatura para el diseño de la estructura de control, además analizaron el efecto que tiene la estructura de control seleccionada sobre los valores de selectividad y rendimiento de la reacción.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es un estudio experimental basado en la simulación de la reacción múltiple de oxidación de benceno a anhídrido maleico, llevada a cabo en un reactor tubular de 3.2 m (Urrea-García et al., 2015), mediante solución numérica del modelo matemático en lenguaje Fortran utilizando como compilador Force 2.0, utilizando un diseño del tipo cuantitativo y explicativo cuyo objetivo es comprender el efecto que tiene la elección de la posición del sensor de temperatura en el desempeño del sistema de control en cascada temperatura-composición.

Modelado y simulación

La reacción es modelada matemáticamente mediante los balances de materia y energía tomados del trabajo de (Urrea-García et al., 2015), así como los parámetros correspondientes para su solución de los modelos. Las ecuaciones son solucionadas haciendo uso de método de diferencias finitas y el método de Runge-Kutta de cuarto orden obteniendo de esta forma el comportamiento del sistema (los perfiles que muestran el comportamiento de la temperatura y la composición a lo largo del reactor).

Caracterización de proceso

Se seleccionan 11 puntos a evaluar para la posición del sensor de temperatura los cuales serán al 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% de la longitud del reactor tubular (3.2 m).

Se aplica un salto escalón del 5% en la variable manipulada (temperatura de chaqueta), posteriormente se evalúa la respuesta obtenida en la composición de salida del anhídrido maleico y la temperatura para los once puntos de control seleccionados a lo largo del reactor.

Se realiza una aproximación de las respuestas de composición y temperatura a un Modelo de Primer Orden más Tiempo muerto (POMTM), donde se precisan de tres parámetros: ganancia (K), tiempo muerto (θ) y la constante de tiempo (τ). Para obtener los valores de estos parámetros

se selecciona la respuesta que coincida en la región de alta tasa de cambio de la respuesta al cambio escalón aplicado siguiendo lo descrito por (Smith, 2014).

De esta forma se construyen la función de transferencia con los datos obtenidos de la composición y la función de transferencia de los datos obtenidos por la temperatura.

Sintonizado de control

Para el diseño de la estructura de control en cascada temperatura-composición, se propone un arreglo Proporcional/Proporcional Integral (P/PI) cuyo propósito principal es mantener a la concentración de anhídrido maleico en los valores deseados (0.00216 mol/s), el lazo primario es el control PI encargado de ajustar directamente la concentración y el lazo esclavo (P) el encargado de ajustar la variable manipulada.

El diseño del lazo primario se calcula mediante una relación entre la función de transferencia de composición de salida y de la función de la temperatura a lo largo de cada punto del reactor seleccionado, el diseño se puede expresar como el cociente de las funciones de transferencia de composición sobre temperatura. La aproximación del numerador del cociente generado es realizado siguiendo las reglas de (Skogestad & Grimholt, 2012). Por último, se procede a calcular la Ganancia Proporcional, Ganancia Proporcional y el Tiempo integral.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar la estructura de control se proponen realizar las siguientes secuencias de perturbaciones:

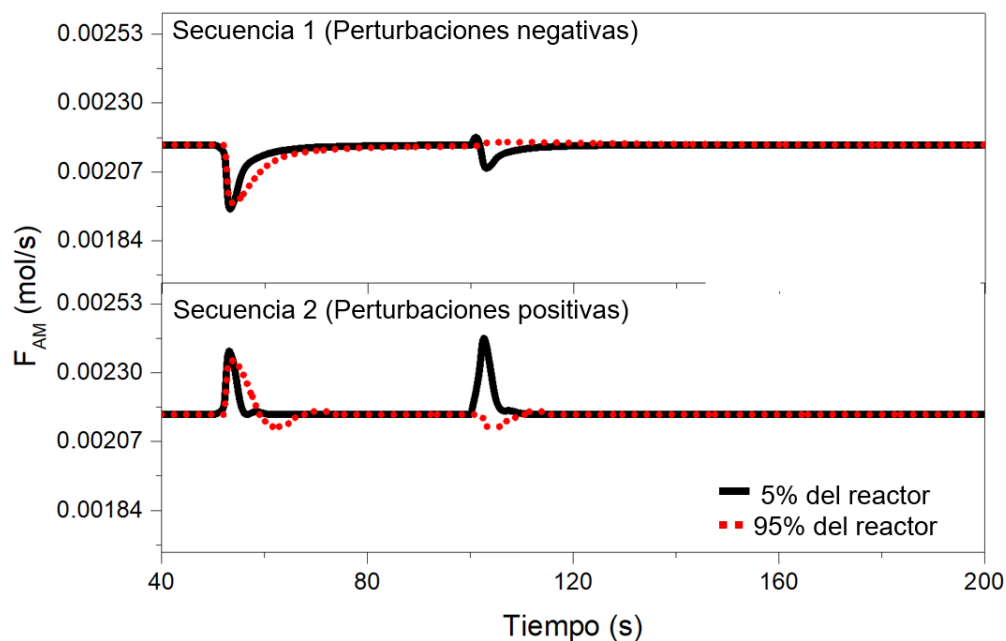
Secuencia 1: -10% composición de alimentación del benceno a $t=50$ segundos, -10% temperatura del reactor en $t=100$ segundos.

Secuencia 2: 10% composición de alimentación del benceno a $t=50$ segundos, 10% temperatura del reactor en $t=100$ segundos.

Se exponen las respuestas de dos puntos en los extremos del reactor (de los 11 puntos de medición propuestos) para identificar si existe una diferencia en el comportamiento del sistema. Cabe señalar que estos puntos fueron seleccionados considerando el valor más alto y más bajo de la Integral Absoluta de Error (IAE), 0.05112 de IAE (valor más alto) para la posición del sensor al 5% y de 0.04686 de IAE (valor más bajo) para la posición del 95%. En la Figura 1, se muestra la respuesta del anhídrido maleico con el control secundario diseñado en los puntos anteriormente mencionadas y con la implementación de los dos tipos de secuencias de perturbaciones .

Figura 1

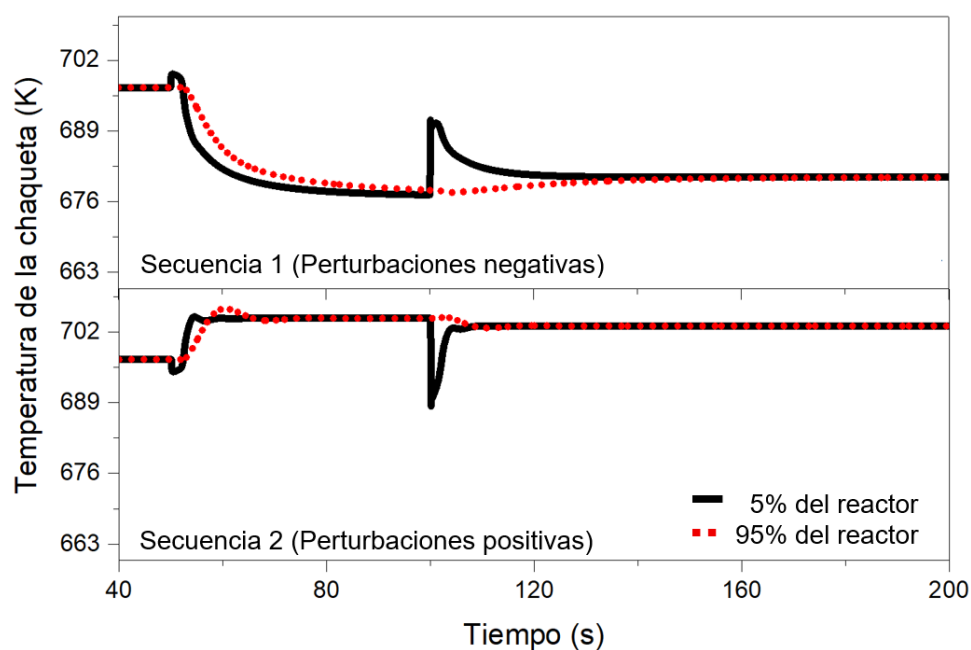
Comportamiento dinámico del anhídrido maleico



En la Figura 2, se muestra el comportamiento de la temperatura de la chaqueta con el control secundario en ambas posiciones seleccionadas e implementando las secuencias de perturbaciones propuestas.

Figura 2

Comportamiento dinámico de la temperatura de la chaqueta



Se puede observar que, cuando se escoge el punto de medición al inicio del reactor para sintonizar el sistema de control, existe una respuesta más oscilatoria y pronunciada. En ambas secuencias implementadas, el sistema de control tarda más tiempo en alcanzar el estado estacionario, ya que las oscilaciones son sostenidas durante más tiempo, generando picos y valles mayores.

Analizando la estructura sintonizada con el sensor ubicado al final del reactor (95 %), se observa que se inducen oscilaciones de menor amplitud y duración comparadas con las del control secundario diseñado al 5 % del reactor. El sistema muestra un comportamiento más amortiguado y se estabiliza rápidamente, lo cual se traduce en un control más eficaz y menos agresivo. La IAE también nos indicó un mejor comportamiento para este caso, ya que mostró el valor más bajo de error en todos los puntos analizados, lo que significa que el sistema mantuvo la variable controlada más cerca del punto de ajuste, minimizando el error acumulado y mejorando el desempeño general del control.

Aunque en ambos casos el sistema de control actúa de manera satisfactoria, manteniendo la composición de salida en el punto de ajuste establecido (0.00216 mol/s), la respuesta transitoria es diferente en cada caso. Es importante considerar el comportamiento transitorio del sistema, debido a que una respuesta oscilante contribuye al desgaste mecánico del equipo: las válvulas de control, bombas, actuadores o compresores no están diseñados para abrir y cerrar, acelerar o desacelerar constantemente para mitigar las variaciones, lo que conlleva a un desgaste mecánico, reduciendo la vida del equipo e incrementando costes de mantenimiento.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que el sistema de control diseñado logra con éxito manejar las secuencias de perturbaciones inducidas y mantener la composición del anhídrido maleico en el punto de ajuste adecuado. Se demostró que la posición del sensor sí tiene un efecto significativo en la respuesta del sistema. En el análisis, la ubicación del sensor al final del reactor mejora considerablemente la respuesta del sistema al minimizar las oscilaciones y favorecer una estabilización más rápida en el comportamiento del anhídrido maleico, comparado con la posición al inicio del reactor. En procesos donde se llevan a cabo reacciones múltiples en reactores tubulares, la posición óptima y eficaz del sensor juega un papel importante en el desarrollo objetivo del proceso.

REFERENCIAS

- Alonso, A. A., Kevrekidis, I. G., Banga, J. R., & Frouzakis, C. E. (2004). Optimal sensor location and reduced order observer design for distributed process systems. *Computers & Chemical Engineering*, 28(1-2), 27-35. [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(03\)00175-3](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(03)00175-3)
- Egbunokei, P. I., Dienagha, I. N., Digitenie, W. N., Onukwulu, E. C., & Oladiipo, O. T. (2024). Automation and worker safety: Balancing risks and benefits in oil, gas, and renewable energy industries. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 5(4), 1273-1283. <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2024.5.4.1273-1283>
- Garcia-Rojas, I., Urrea-Garcia, G. R., Luna-Solano, G., & Cantu-Lozano, D. (2024). Evaluation of selectivity and yield in the design of control systems for the production of maleic anhydride carried out in a tubular reactor. In A. K. Nagar, D. S. Jat, D. Mishra, & A. Joshi (Eds.), *Intelligent Sustainable Systems. WorldS4 2023* (Vol. 803, pp. 151-161). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7569-3_13

- Hernández Espinosa, J., Urrea García, G. R., & Luna Solano, G. (2017). *Estructura de Control Variable en Cascada para Compensar Variaciones en Parámetros en Reactor Tubular*. Congreso Nacional de Control Automático, Monterrey, Nuevo León, México.
- Mewada, H. K., Bhatt, N., & Bhatt, N. (2025). Enhancing industrial equipment reliability through an optimized ANN-powered predictive maintenance system. In L. Syam Sundar, D. Balakrishnan, & A. C. M. Sousa (Eds.), *Expert Artificial Neural Network Applications for Science and Engineering* (pp. 383-404). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7250-0.ch013>
- Skogestad, S., & Grimholt, C. (2012). The SIMC Method for Smooth PID Controller Tuning. In R. Vilanova & A. Visioli (Eds.), *PID Control in the Third Millennium* (pp. 103-123). Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2425-2_5.
- Smith, C. A. (2014). Control automático de procesos: teoría y práctica (2a ed.). LIMUSA / WILEY.
- Urrea-García, G.R., Reséndiz-Camacho, S., Álvarez-Ramírez, J., & Luna-Solano, G. (2015). Variable cascade control structure for tubular reactors. *Chemical Engineering & Technology*, 38(3), 521-529. <https://doi.org/10.1002/ceat.201300518>
- Waldraff, W., Dochain, D., Bourrel, S., & Magnus, A. (1998). On the use of observability measures for sensor location in tubular reactor. *Journal of Process Control*, 8(5–6), 497–505. [https://doi.org/10.1016/S0959-1524\(98\)00017-1](https://doi.org/10.1016/S0959-1524(98)00017-1)

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-66>

SÍNTESIS CATALÍTICA DE DIHIDROPIRIMIDINONAS VÍA REACCIÓN MULTICOMPONENTES DE BIGINELLI

García Fontana, Jacqueline

Laboratorio Fester, Química Orgánica, Instituto de Química Aplicada del Litoral - IQAL- (UNL-CONICET)
Santa Fe, Argentina
garciafontanaj@gmail.com

Ferretti, Cristián Alejandro

Laboratorio Fester, Química Orgánica, Instituto de Química Aplicada del Litoral - IQAL- (UNL-CONICET)
Santa Fe, Argentina
cferretti@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0758-7783>

Díez, Verónica Karina

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica - INCAPE- (UNL-CONICET)
Santa Fe, Argentina
verodiez@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5810-4203>

RESUMEN

Las 3,4-dihidropirimidinonas (DHMPs) son compuestos con importantes propiedades terapéuticas, incluyendo efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antihipertensivos y antitumorales. Su síntesis se facilita vía la reacción de Biginelli, una reacción de multicomponentes que combina un aldehído aromático, un α -cetoéster y úrea en un solo paso (*one-pot*). En este trabajo se investigó la síntesis de DHMPs empleando catálisis ácido-básica heterogénea para determinar los requerimientos de sitios activos de esta reacción. Se diseñaron, prepararon y caracterizaron catalizadores con propiedades ácido-básicas, los cuales se evaluaron en la reacción de Biginelli. Se determinó que la mejor síntesis de DHMPs se lograba con benzaldehído, acetoacetato de etilo y úrea, utilizando etanol como solvente a temperaturas entre 373-393 K. Se compararon métodos de calentamiento convencionales y por irradiación con microondas, encontrando que este último acelera considerablemente la reacción y mejora los rendimientos a DHMP. Se desarrolló un método de análisis por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) para cuantificar reactivos y productos, confirmando la formación de DHMP. Se observó que los catalizadores sólidos con acidez Lewis como los óxidos mixtos $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, exhibieron los mayores rendimientos (~80 %).

Palabras clave: 3,4-dihidropirimidinonas, calentamiento por microondas, óxidos mixtos $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, reacción de Biginelli.

ABSTRACT

3,4-Dihydropyrimidinones (DHMPs) are compounds with significant therapeutic properties, including antimicrobial, anti-inflammatory, antihypertensive, and anti-tumor effects. Their synthesis is facilitated by the Biginelli reaction, a multi-component reaction that combines an

aromatic aldehyde, a β -ketoester, and urea in a one-pot process. This work investigated the synthesis of DHMPs using heterogeneous acid-base catalysis to determine the active site requirements of this reaction. Catalysts with acid-base properties were designed, prepared, and characterized, and were subsequently evaluated in the Biginelli reaction. It was determined that the optimal synthesis of DHMPs was achieved using benzaldehyde, ethyl acetoacetate, and urea, with ethanol as the solvent at temperatures ranging from 373-393 K. Conventional heating methods were compared to microwave irradiation heating, finding that the latter significantly accelerates the reaction and improves DHMP yields. An analytical method using high-performance liquid chromatography (HPLC) was developed to quantify reactants and products, confirming the formation of DHMP. It was observed that solid catalysts with Lewis acidity, such as mixed oxides $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, exhibited the highest yields (~80%).

Keywords: 3,4-Dihydropyrimidinones, Biginelli reaction, microwave heating, mixed oxides $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.

1. INTRODUCCIÓN

Las 3,4-dihidropirimidinonas (DHMPs) son compuestos con reconocidas propiedades terapéuticas y farmacológicas, destacándose por sus efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antihipertensivos y antitumorales. Una de las rutas de síntesis empleadas para obtenerlos es la reacción multicomponentes de Biginelli. En la misma se produce la condensación de un aldehído aromático, un β -cetoéster y urea en una única etapa. Las reacciones multicomponentes, también conocidas como *one-pot reactions*, implican la mezcla simultánea de reactivos y catalizadores en un único reactor, y su posterior desarrollo bajo las mismas condiciones de reacción. Este proceso conduce a la formación de productos que contienen partes de las moléculas de los distintos reactivos. Generalmente, estos reactivos denominados componentes, son de fácil obtención, ya sea a través de fuentes comerciales o mediante síntesis sencillas, abarcando un amplio espectro de variaciones estructurales.

En este trabajo, se estudió la síntesis de DHMP mediante la ciclocondensación de acetoacetato de etilo, benzaldehído y urea, utilizando etanol como solvente. Se investigó esta síntesis empleando catálisis ácido-básica heterogénea, con el objetivo de identificar los requerimientos de los sitios activos necesarios para promover la síntesis del compuesto de interés. Se usaron como catalizadores óxidos comerciales (SiO_2 , Al_2O_3) puros y funcionalizados y se sintetizaron y caracterizaron compositos tipo $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ con diferente composición.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada durante este trabajo fue experimental, cuantitativa y explicativa. Los catalizadores comerciales con propiedades ácido-básicas utilizados fueron sílice (SiO_2 , Merck, 60), alúmina (Al_2O_3 , Sigma-Aldrich, 70-290 malla), resina Amberlyst-36 (RA, Sigma-Aldrich), óxido de niobio (Nb, Sigma-Aldrich), y Ca(OH)_2 .

Además, se sintetizaron por diferentes métodos sílice funcionalizada con grupos sulfonatos mediante tratamiento directo con ácido sulfúrico ($\text{SiO}_2\text{-S}$); sílice funcionalizada con 3-aminopropilsilano y posterior sulfonación de la amina con ácido clorosulfónico ($\text{SiO}_2\text{-AS}$); alúmina funcionalizada con grupos sulfonatos por tratamiento directo con ácido sulfúrico ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-S}$); alúmina funcionalizada con 3-aminopropilsilano y posterior sulfonación de la amina con ácido clorosulfónico ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AS}$); alúmina tratada con un solución conteniendo cationes Zn^{2+} ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zn}$); composito con 80% de alúmina y 20% de sílice (AlSi-80:20); composito con 80% de sílice y 20% de alúmina (AlSi-20:80) y la sal césica del ácido tungstofosfórico (Cs-HPA) preparada por precipitación empleando Ce_2CO_3 y ácido tungstofosfórico (HPA).

Los compositos de Al_2O_3 y SiO_2 se prepararon adicionando a 10g de óxido puro mayoritario en la composición una solución de $\text{Si(OC}_2\text{H}_5)_4$ o isopropóxido de aluminio ($\text{Al(OCH(CH}_3)_2)_3$) según corresponda. Luego de sonicar la mezcla y mantener bajo agitación, se evaporó el solvente y el material fue secado en estufa a 393K.

Las propiedades ácido-básicas de todos los catalizadores se determinaron por el método de pH en solución resultante de una suspensión del catalizador en agua destilada, el método de indicadores de Hammett (Tanabe, 1970) y la valoración ácido-base por retorno de una solución de NaOH previamente contactada con el catalizador sólido, con una solución de HCl.

Durante las experiencias de Biginelli se empleó comparativamente calentamiento térmico tradicional por convección (CC) y calentamiento asistido por irradiación con microondas (MWI) empleando temperaturas que oscilaron entre 373-393K. Los ensayos catalíticos se llevaron a cabo en reactores herméticos de 5 mL con sistemas de control de temperatura y velocidad de agitación. Se emplearon mezclas molares de los reactivos benzaldehído (B), acetoacetato de etilo (AE) y urea (U) de B:AE:U = 2:2:3. La masa de catalizador fue de 10-20% en peso respecto de la masa total de reactivos, se utilizó etanol como solvente y agitación magnética (600 RPM). El análisis y la cuantificación de reactivos y productos se realizó por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) y cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa (GC-MS).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la caracterización de las propiedades ácido-base de los catalizadores se muestran en la Tabla 1. En base a la evaluación del pH resultante de una suspensión del catalizador en agua destilada y de acuerdo a los criterios propuestos por Yang et al. (2009), se pudo clasificar a los mismos en catalizadores ácidos y básicos. A su vez, por el método de los indicadores de Hammett (Tanabe, 1970) fue posible evaluar la fuerza ácida y/o básica de los mismos. En base al valor de la función de acidez (H_0), fue posible clasificar los catalizadores en:

- Sólidos con alta fuerza ácida ($2.8 < H_0 < 4.8$): como $\text{SiO}_2\text{-S}$, $\text{SiO}_2\text{-AS}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-S}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AS}$, RA.
- Sólidos con baja fuerza ácida, ($H_0 < 4.8$): SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zn}$, Nb, AlSi-80:20 , AlSi-20:80 y Cs-HPA.
- Sólidos con fuerza básica ($18.4 < H_0 < 26.5$): Ca(OH)_2 .

Por medio de las valoraciones ácido-base fue posible establecer el título de los catalizadores en término de acidez y basicidad. Los catalizadores funcionalizados con grupos sulfonatos, son catalizadores ácidos con acidez alta, con valores de título entre 1.48-2.61 mmol/g, la cual corresponde mayoritariamente a acidez del tipo Brønsted. Por otro lado, los catalizadores que presentan mayoritariamente sitios ácidos de Lewis, exhiben valores de acidez determinada de

Tabla 1

Evaluación de las propiedades ácido-base de los catalizadores.

Catalizador	Denominación	pH ^a	Fuerza ácida o básica ^b	Título ^c (mmol/g)
SiO_2	SiO_2	6.7	$H_0 < 4.8$	0.25
$\text{SiO}_2\text{-S}$	$\text{SiO}_2\text{-S}$	4.2	$2.8 < H_0 < 4.8$	2.61
$\text{SiO}_2\text{-AS}$	$\text{SiO}_2\text{-AS}$	3.5	$H_0 < 4.8$	2.42
Al_2O_3	Al_2O_3	7.6	$H_0 < 4.8$	0.67
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-S}$	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-S}$	4.3	$2.8 < H_0 < 4.8$	2.40
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AS}$	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AS}$	3.8	$H_0 < 4.8$	2.14
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zn}$	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zn}$	7.7	$H_0 < 4.8$	0.72
Resina Amberlyst-36	RA	4.3	$2.8 < H_0 < 4.8$	1.48
Nb_2O_5	Nb	6.4	$H_0 < 4.8$	0.58
Al_2O_3 80% SiO_2 20%	AlSi-80:20	7.3	$H_0 < 4.8$	0.21
SiO_2 80% Al_2O_3 20%	AlSi-20:80	7.1	$H_0 < 4.8$	0.25
Cs-HPA	Cs-HPA	7.4	$H_0 < 4.8$	0.24
Ca(OH)_2	Ca(OH)_2	12.3	$18.4 < H_0 < 26.5$	12.3

Nota. ^a pH en solución resultante de una suspensión del catalizador en agua destilada; ^b por método de Hammett; ^c por valoración por retorno de solución de NaOH previamente contactada con el catalizador.

esta forma más bajos que varían en el rango entre 0.16-0.72 mmol/g. Finalmente, el Ca(OH)_2 es una base fuerte, con una basicidad de 1.76 mmol/g.

Además, para determinar los sitios ácidos totales de los catalizadores con baja acidez Lewis (derivados de SiO_2 y Al_2O_3), se empleó el método reportado por Alshorifiti et al. (2022) que involucra una valoración potenciométrica con una solución de n-butilamina en acetonitrilo. Los números de sitios ácidos totales obtenidos fueron de 1.4, 1.0, 2.0, y 2.4 $\mu\text{g/mg}$ para SiO_2 , Al_2O_3 , AISi-80:20 y AISi-20:80, respectivamente.

Se realizaron ensayos catalíticos iniciales a 373K durante 6 h de reacción, bajo calentamiento convencional por convección para preseleccionar los catalizadores más promisorios para sintetizar DHMP. Se identificaron solo dos productos de reacción, la DHMP y el 2,4,6-trimetil-1,4-dihidropiridin-3,5- dicarboxilato de dietilo (P2). Este producto secundario es una dihidropiridina formada a partir de los reactivos mediante la reacción de Hantzsch (Mirzaei et al., 2012).

Los resultados obtenidos empleando los catalizadores sólidos seleccionados se presentan en la Tabla 2. Las mejores conversiones de benzaldehído (X_B) y los rendimientos más altos a DHMP (Y_{DHMP}) y P2 (Y_{P2}) se obtuvieron sobre Al_2O_3 y SiO_2 puros. Esto se atribuye a la presencia de sitios ácidos de Lewis en estos catalizadores. Además, aquellos catalizadores que exhiben un predominio de sitios ácidos de Brønsted, no resultaron activos.

Posteriormente, se llevaron a cabo a 393 K nuevos ensayos ajustando las condiciones basados en los resultados preliminares. Los catalizadores con mejores conversiones de benzaldehído se evaluaron junto a otros nuevos con propiedades ácido-básicas potenciales. Los datos mostraron una mejora significativa en los valores de X_B y en los rendimientos de DHMP y P2, al aumentar solo 20 K la temperatura de reacción. Específicamente, sobre Al_2O_3 y SiO_2 , estos valores se triplicaron y cuádruplicaron, respectivamente, indicando que la temperatura favorece notablemente la producción de DHMP. La combinación de óxidos, como ocurre en los catalizadores $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, elevó aún más la conversión de B y los rendimientos. En contraste, Ca(OH)_2 no resultó activo en la reacción. Concluyendo, los catalizadores que exhiben propiedades ácidas de Lewis son los más efectivos para la síntesis de DHMP.

Con el objeto de aumentar la eficiencia en la conversión de benzaldehído en menor tiempo, se investigó la síntesis de DHMP mediante calentamiento por irradiación con microondas (MWI) a 393 K, empleando una carga de catalizador del 10% en peso y 0.5 h de reacción. Los resultados,

Tabla 2

Resultados catalíticos obtenidos en los ensayos realizados con calentamiento convencional por convección (CC) y calentamiento asistido por irradiación con microondas (MWI)

Catalizador	Ensayos preliminares con CC			Ensayos con CC			Ensayos con MWI		
	X_B (%)	Y_{DHMP} (%)	Y_{P2} (%)	X_B (%)	Y_{DHMP} (%)	Y_{P2} (%)	X_B (%)	Y_{DHMP} (%)	Y_{P2} (%)
SiO_2	2.0	1.5	0.5	9.0	7.2	1.8	46.6	44.2	2.4
$\text{SiO}_2\text{-S}$	1.0	0.6	0.4	-	-	-	26.6	24.8	1.8
$\text{SiO}_2\text{-AS}$	1.7	1.5	0.2	-	-	-	27.7	25.4	2.3
Al_2O_3	4.0	3.4	0.6	10.2	8.3	1.7	58.5	56.9	1.6
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-S}$	1.0	0.8	0.2	-	-	-	27.8	25.7	2.1
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AS}$	0.7	0.5	0.2	-	-	-	28.8	27.2	1.6
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zn}$	0.7	0.4	0.3	-	-	-	18.7	16.9	1.8
RA	1.0	0.6	0.4	-	-	-	20.0	18.6	1.4
Nb	1.0	0.8	0.2	-	-	-	31.0	29.4	1.6
AISI-80:20	-	-	-	25.6	22.4	3.2	80.0	78.6	1.5
AISI-20:80	-	-	-	18.0	15.8	2.2	57.0	55.5	1.5
Cs-HPA	-	-	-	7.8	6.1	1.7	24.0	22.5	1.5
Ca(OH)_2	-	-	-	0.0	0.0	0.0	10.0	-	-

presentados en la Tabla 2, muestran que el método de calentamiento por MWI mejora significativamente los valores de X_B en comparación con el calentamiento convencional por convección (CC). En efecto, el método térmico CC, que requiere un tiempo de reacción de 6 h, muestra una menor eficiencia comparado con el de calentamiento por MWI que solo requiere 0.5 h para alcanzar resultados similares e incluso mejores.

El catalizador básico $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solo favoreció la conversión del benzaldehído a productos no deseados (alcohol bencílico, ácido benzoico) obtenidos mediante la reacción de Cannizzaro.

Por otro lado, los catalizadores ácidos de Lewis son los que mejores resultados han permitido alcanzar. El incremento en los valores de X_B , Y_{DHPM} y Y_{P2} al emplear calentamiento asistido por MWI sobre catalizadores ácidos, destaca las ventajas de esta técnica, incluyendo una mayor eficiencia a tiempos de reacción más cortos. Por lo tanto, el calentamiento asistido por MWI representa una mejora notable desarrollada para la metodología de la reacción de Biginelli, promoviendo reacciones más rápidas y efectivas.

Los resultados indican que los catalizadores básicos, como $\text{Ca}(\text{OH})_2$, no son efectivos para la síntesis de DHPM, favoreciendo la obtención de productos secundarios. Los catalizadores ácidos de Brønsted, como Cs-HPA y RA, muestran baja eficiencia y no conducen selectivamente al producto deseado (DHPM). Por otro lado, los catalizadores ácidos de Lewis, derivados de sílice y alúmina, lograron los mayores rendimientos a DHPM, debido a su capacidad para aceptar pares de electrones y facilitar la interacción entre reactivos. La caracterización muestra que estos óxidos tienen sitios ácidos de Lewis con baja acidez total lo que favorece la síntesis en estudio. Bajo diferentes condiciones de calentamiento, la tendencia se mantiene, con el catalizador AlSi-80:20 destacándose. Teniendo en cuenta que los resultados catalíticos más favorables para la obtención de DHPM se obtuvieron sobre AlSi-80:20 (Tabla 2), se seleccionó este compuesto como catalizador para investigar la cinética de la reacción de Biginelli.

Se llevó a cabo un estudio cinético para analizar la evolución en el tiempo de la síntesis de DHPM. Los ensayos cinéticos se realizaron tanto empleando CC, como bajo condiciones de calentamiento asistido por MWI. El estudio por CC se realizó a 373K sobre el catalizador AlSi-80:20 durante 4 h, tomando muestras de la mezcla reaccionante a intervalos de tiempo determinados, con el objeto de monitorear la evolución de la X_B , y los Y_{DHPM} y Y_{P2} en función del tiempo. Los resultados obtenidos muestran un incremento en la conversión de benzaldehído durante las etapas iniciales de la reacción, alcanzando una conversión máxima de benzaldehído del 60% después de 4 h, llegando a rendimientos del 56% para DHPM y 4% para P2.

En el caso de los ensayos con calentamiento asistido por MWI, se realizaron en forma individual seis ensayos diferentes con distintos tiempos finales de reacción, todos a 393K. La experiencia más larga duró 0.5 h. Los ensayos fueron realizados en forma individual, ya que, por el tipo de reactor y sistema de reacción, no es posible realizar tomas de muestra en función del tiempo. Luego de completar cada ensayo, se tomó una muestra de cada experimento y se analizó su composición. Los resultados obtenidos muestran que la X_B alcanzó un valor máximo de 80% en 0.5 h, y los Y_{DHPM} y Y_{P2} fueron del 78% y 2%, respectivamente. Esta mejora en la conversión se atribuye a la naturaleza específica de la irradiación con microondas, que permite un control más preciso de los parámetros de reacción.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante las experiencias de preparación, caracterización y aplicación en la reacción de Biginelli de catalizadores sólidos ácidos permitieron concluir que:

- Se pudo sintetizar DHPM a partir de benzaldehído, acetoacetato de etilo y urea en etanol, a temperaturas entre 373-393K, usando métodos convencionales y asistidos por microondas. La irradiación con microondas aceleró la reacción y aumentó los rendimientos en menor tiempo de reacción.
- La naturaleza ácido-básica del catalizador influye en la conversión y selectividad de la reacción. Los catalizadores con acidez de Lewis lograron mejores rendimientos, destacando el óxido mixto

AlSi-80:20, que con calentamiento asistido por microondas alcanzó una conversión de benzaldehído del 80%, con rendimientos de 78% a DHPM y 2% a P2.

REFERENCIAS

- Alshorifiti, F., Tobbala, D., El-Bahy, S., Nassan, M. (2022). The role of phosphotungstic acid in enhancing the catalytic performance of UiO-66 (Zr) and its applications as an efficient solid acid catalyst for coumarins and dihydropyrimidinones synthesis, *Catalysis Communications*, 169, 106479. <https://doi.org/10.1016/j.catcom.2022.106479>
- Mirzaei, H., Davoodnia, A. (2012). Microwave Assisted Sol-Gel Synthesis of MgO Nanoparticles and Their Catalytic Activity in the Synthesis of Hantzsch 1,4-Dihydropyridines, *Chinese Journal of Catalysis*, 33, 1502-1507. [https://doi.org/10.1016/S1872-2067\(11\)60431-2](https://doi.org/10.1016/S1872-2067(11)60431-2)
- Tanabe, K. (1970) Solid Acids and Bases Their Catalytic Properties, *Academic Press, Elsevier Inc.* ISBN: 0-12-683250-1
- Yang, J., Guan, Y., Verhoeven, T., Van Santen, R., Hensen, J. (2009). Basic metal carbonate supported gold nanoparticles: enhanced performance in aerobic alcohol oxidation, *Green Chemistry*, 11, 322-325. <https://doi.org/10.1039/B821586C>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-67>

OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLEUROTUS OSTREATUS UTILIZANDO RESIDUOS DEL CULTIVO DE ALGODÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Amador-Hernández, Bethzy Roció

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
bethzya592@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4037-9612>

Velázquez-Saldaña, Helen Yanet

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3859-1702>

Pineda-Martínez, Salvador

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
salvadmrtz0345@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9532-8082>

Rivera-Zamarripa, Alfredo Daniel

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
alfredo.rivera@docentes.uprl.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6372-7575>

Ríos-Plaza, Juan Luis

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
juan.rios@uprl.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8724-5849>

RESUMEN

El presente estudio evaluó el uso de varas residuales de algodón (*Gossypium hirsutum*) como sustrato alternativo para la producción de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones controladas de laboratorio, comparándolo con paja de avena (*Avena sativa*). Los resultados demostraron que las varas de algodón aceleraron significativamente el tiempo de colonización micelial (8 días vs. 12 días) y aumentaron la eficiencia biológica (78.3% vs. 62.5%), superando incluso las proyecciones iniciales. Además, el contenido proteico de las setas producidas (24.8%) fue superior al obtenido con otros sustratos lignocelulósicos, lo que refuerza el valor nutricional del modelo propuesto. El tratamiento combinado de hervido y vapor redujo la tasa de contaminación a 5.2%, optimizando la viabilidad del sistema en entornos rurales.

Palabras clave: adaptabilidad rural, bioconversión, rendimiento agronómico, sustratos lignocelulósicos.

ABSTRACT

This study evaluated the use of cotton stalks (*Gossypium hirsutum*) as an alternative substrate for *Pleurotus ostreatus* cultivation under controlled laboratory conditions, comparing it with oat straw (*Avena sativa*). Results demonstrated that cotton stalks significantly reduced mycelial colonization time (8 days vs. 12 days) and increased biological efficiency (78.3% vs. 62.5%), surpassing initial projections. Additionally, the protein content of the produced mushrooms (24.8%) was higher than that obtained with other lignocellulosic substrates, reinforcing the nutritional value of the proposed model. The combined treatment of boiling and steaming reduced contamination rates to 5.2%, optimizing system viability in rural settings.

Keywords: agronomic performance, bioconversion, lignocellulosic substrates, rural adaptability.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna enfrenta desafíos críticos relacionados con la gestión sostenible de residuos agrícolas, la seguridad alimentaria y la mitigación del impacto ambiental. En particular, las regiones áridas y semiáridas, como la Comarca Lagunera en México, presentan condiciones climáticas extremas que limitan las opciones productivas para pequeños agricultores. En este contexto, el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos como sustrato para cultivos alternativos emerge como una estrategia prometedora para transformar pasivos ambientales en recursos valiosos. Entre estos residuos, las varas de algodón (*Gossypium hirsutum*) destacan por su abundancia en zonas algodonerías y su potencial para ser utilizadas en sistemas agrícolas sostenibles (Kumar y Sharma, 2022). Sin embargo, su aplicación en la producción de alimentos sigue siendo subutilizada, especialmente en entornos rurales donde la infraestructura es limitada. El cultivo de hongos comestibles, como *Pleurotus ostreatus*, representa una solución innovadora dentro del marco de la agricultura orgánica y sustentable. Estos organismos son capaces de bioconvertir residuos lignocelulósicos en alimentos ricos en proteínas, lo que contribuye directamente a la seguridad alimentaria y nutricional en comunidades marginadas. Según Bellettini *et al.* (2019), los hongos comestibles no solo proporcionan nutrientes esenciales, sino que también juegan un papel clave en la reducción de residuos agrícolas mediante procesos de bioconversión. Además, estudios recientes han demostrado que el uso de sustratos alternativos, como bagazo de caña de azúcar y aserrín de pino, puede mejorar significativamente la eficiencia biológica y la calidad nutricional de las setas producidas (Zhang *et al.*, 2023; Pardo-Giménez *et al.*, 2022). Sin embargo, persisten importantes vacíos de conocimiento sobre el desempeño de diferentes sustratos bajo condiciones controladas de laboratorio. En particular, se requiere evaluar: (1) la influencia de las propiedades fisicoquímicas del sustrato en el desarrollo micelial, (2) la eficiencia biológica y calidad nutricional de las setas producidas, y (3) la viabilidad técnica de pretratamientos accesibles para reducir contaminantes.

En este sentido, el presente estudio se centra en evaluar el uso de varas residuales de algodón como sustrato alternativo para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones controladas de laboratorio, comparándolo con paja de avena (*Avena sativa*), un sustrato convencional ampliamente utilizado. Se plantea que las características fisicoquímicas únicas del algodón, como su alta porosidad ($43 \pm 2\%$) y relación carbono/nitrógeno equilibrada (32:1), pueden mejorar significativamente el rendimiento y la calidad nutricional del cultivo. Este enfoque no solo busca optimizar la productividad agrícola, sino también promover prácticas agrícolas que sean económicamente accesibles, ambientalmente responsables y socialmente inclusivas.

El objetivo general de este estudio es demostrar que las varas de algodón son un sustrato superior para la producción de *Pleurotus ostreatus* en condiciones controladas de laboratorio. Nuestra hipótesis central postula que la composición lignocelulósica única del algodón, particularmente su alta porosidad y relación C/N equilibrada, acelerará la colonización micelial en un 30% y aumentará la eficiencia biológica en al menos un 20% comparado con la paja de avena, mientras mantiene ventajas productivas y económicas. Para probar esta hipótesis, se

evaluaron variables clave como el tiempo de colonización, la eficiencia biológica, el contenido proteico y la tasa de contaminación bajo condiciones controladas. Los resultados obtenidos proporcionarán bases científicas y herramientas prácticas para implementar sistemas de producción de hongos comestibles en zonas rurales, contribuyendo al desarrollo de una agricultura más resiliente y sustentable.

2. MATERIALES Y METODOS

Recolección y preparación de sustratos

Las varas de algodón se recolectaron post-cosecha en un predio localizado en el municipio de San Pedro, Coahuila, perteneciente a la región conocida como Comarca Lagunera, en México. Estas fueron sometidas a secado solar durante 72 horas antes de ser trituradas mecánicamente (partículas de 2-3 cm). Como control, se utilizó paja de avena adquirida comercialmente. Ambos sustratos se caracterizaron fisicoquímicamente mediante análisis de relación carbono/nitrógeno (combustión elemental), cuantificación de lignocelulosa (método Van Soest modificado) y porosidad (picnometría de helio). Las muestras se enviaron al Laboratorio de Análisis Agroalimentarios de La Laguna (LAAAL), ubicado en Torreón, Coahuila, México, para su procesamiento. Este laboratorio cuenta con certificación ISO/IEC 17025:2017 para análisis de matrices agrícolas y biológicas, lo que aseguró la calidad de los resultados obtenidos. Las propiedades clave de los sustratos se resumen en la Tabla 1. Según Zhang *et al.* (2023), la composición lignocelulósica y la porosidad del sustrato son determinantes para el desarrollo micelial y la eficiencia biológica.

Pretratamiento e inoculación

Para garantizar la eliminación de contaminantes y mejorar la disponibilidad de nutrientes, los sustratos se pretrataron mediante hervido en solución de cal agrícola (Ca(OH)_2 al 1%, 100°C, 2 h), seguido de enfriamiento a 25°C, lavado con agua estéril y ajuste de pH (6.5-7.0 con HCl 0.1N). Este protocolo está basado en métodos validados previamente por Pardo-Giménez *et al.* (2022), quienes destacan su efectividad en la reducción de contaminantes y la mejora de la colonización micelial. La inoculación se realizó con *P. ostreatus* (cepa HC-15) en granos de sorgo esterilizados, utilizando una tasa de inoculación del 5% (150 g/bolsa). Esta cepa fue seleccionada por su alto rendimiento y adaptabilidad a condiciones controladas (Sánchez *et al.*, 2022).

Diseño experimental y condiciones de cultivo

El experimento se llevó a cabo en cámaras de crecimiento bajo condiciones controladas: temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa del 60-70% y oscuridad total durante la fase de colonización. Para inducir la fructificación, se aplicó un fotoperiodo de 12 h con iluminación de 500 lux. Se utilizaron 10 bolsas de polipropileno con 4 kg de sustrato húmedo para cada tratamiento, replicadas cinco veces. Este diseño experimental permitió evaluar el desempeño de los sustratos en términos de tiempo de colonización, eficiencia biológica y calidad nutricional de las setas producidas. Según Koutrotsios *et al.* (2021), la estandarización de las condiciones ambientales es crucial para obtener resultados reproducibles en estudios de este tipo.

Monitoreo y análisis

Se registraron variables agronómicas clave, incluyendo el tiempo de colonización (días), la eficiencia biológica (EB: peso fresco de setas/peso seco de sustrato $\times$ 100) y el contenido proteico (%), determinado mediante el método Kjeldahl. Además, se monitorearon parámetros

ambientales como temperatura, humedad relativa (HR), CO₂ y luminosidad utilizando dataloggers de alta precisión ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $\pm 3\%$ HR, modelo HOBO MX2301). Estos datos permitieron evaluar tanto el desempeño técnico del sistema como su viabilidad en condiciones controladas. La verificación de la esterilidad del inóculo se realizó mediante siembra en agar PDA y microscopía óptica, siguiendo los protocolos recomendados por Bellettini *et al.* (2019).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica de los sustratos

La caracterización fisicoquímica de los sustratos utilizados (Tabla 1) reveló diferencias significativas entre las varas de algodón y la paja de avena. Las varas de algodón presentaron un contenido de celulosa más alto ($43 \pm 2\%$) en comparación con la paja de avena ($35 \pm 2\%$), lo que sugiere una mayor disponibilidad de carbohidratos para el desarrollo micelial. Además, la relación carbono/nitrógeno (C/N) del algodón ($32:1 \pm 1.5$) fue más equilibrada que la de la paja de avena ($45:1 \pm 2.0$), lo que facilita la colonización micelial y reduce el tiempo de incubación. Según Zhang *et al.* (2023), la composición lignocelulósica y la relación C/N son factores determinantes para el desempeño del micelio en sistemas de cultivo controlados. La porosidad del algodón ($43 \pm 2\%$) también superó a la de la paja de avena ($38 \pm 3\%$), mejorando la aireación y la retención de agua, factores críticos para el crecimiento del micelio según Koutrotsios *et al.* (2021).

Tabla 1. Comparación de propiedades fisicoquímicas de los sustratos utilizados

Parámetros	varas de algodón	paja de avena
Celulosa (%)	43+2 35+2	
Lignina (%)	22+1 15+1	
Relación C/N	32:1 +1.5	45:1+2.0
Porosidad (%)	43+2 38+3	

Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (DE) de tres repeticiones independientes. Todos los valores están expresados en porcentaje (%) respecto al peso seco del sustrato

Tiempo de colonización micelial

El tiempo de colonización micelial fue significativamente menor en varas de algodón (8.0 ± 0.5 días) en comparación con paja de avena (12.0 ± 1.0 días). Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la influencia de la composición lignocelulósica y la relación C/N en el desarrollo micelial (Bellettini *et al.*, 2019). La alta porosidad y el contenido moderado de lignina en el algodón ($22 \pm 1\%$) favorecieron la formación de primordios, mientras que la paja de avena mostró una mayor resistencia inicial debido a su menor porosidad y mayor contenido de lignina ($15 \pm 1\%$).

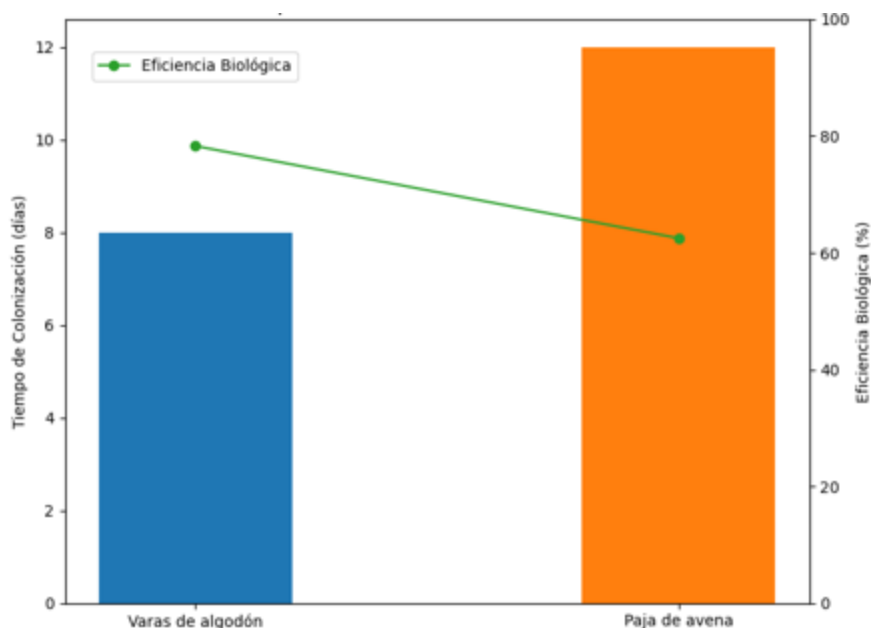


Figura 1. Gráfico comparativo del tiempo de colonización micelial en diferentes sustratos.

Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar de cinco repeticiones independientes. El tiempo de colonización se midió como el número de días requeridos para que el micelio cubra completamente el sustrato bajo condiciones controladas de laboratorio ($20 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa 60-70%). La eficiencia biológica (EB) se calculó como (peso fresco de setas / peso seco inicial de sustrato) $\times$ 100. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de una vía con prueba post-hoc de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Eficiencia biológica (EB)

La eficiencia biológica (EB) alcanzó un promedio de 78.3% (± 2.1) en varas de algodón, superando significativamente el 62.5% (± 3.4) obtenido con paja de avena. Este hallazgo es consistente con los reportes de Martínez-Carrera et al. (2023), quienes destacaron que sustratos con alta porosidad y relación C/N equilibrada, como el algodón, mejoran la disponibilidad de nutrientes para el micelio, optimizando así la productividad. Además, el tratamiento combinado de hervido y vapor redujo la tasa de contaminación a 5.2%, frente al 10.5% típico en métodos tradicionales (Pardo-Giménez et al., 2022). Este resultado subraya la importancia de pretratamientos accesibles para mejorar la viabilidad del sistema.

Tabla 2. Eficiencia biológica y tasas de contaminación en diferentes sustratos

Parámetro	Varas de algodón	Paja de avena
Eficiencia Biológica (EB, %)	78.3 $\pm$ 2.1	62.5 $\pm$ 3.4
Tasa de contaminación (%)	5.2	10.5

Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (DE) de cinco repeticiones independientes. La eficiencia biológica (EB) se calculó como: (peso fresco de setas producidas / peso seco inicial de sustrato) $\times$ 100. Los valores marcados con asterisco (*) indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de una vía con prueba post-hoc de Tukey ($\alpha = 0.05$)

Contenido proteico

El contenido proteico de las setas producidas con varas de algodón fue de 24.8%, superior al 23.1% registrado en paja de avena. Este resultado es particularmente relevante en el contexto de la seguridad alimentaria, ya que refuerza el valor agregado nutricional del modelo propuesto para comunidades marginadas. Según Bellettini et al. (2019), la bioconversión de residuos lignocelulósicos en alimentos ricos en proteínas puede mejorar significativamente la calidad nutricional de las dietas en zonas rurales. Además, el contenido proteico obtenido en este estudio supera lo documentado para otros sustratos como paja de trigo (22.1%) o bagazo de caña (23.5%) (Koutrotsios et al., 2021; Pardo-Giménez et al., 2022).

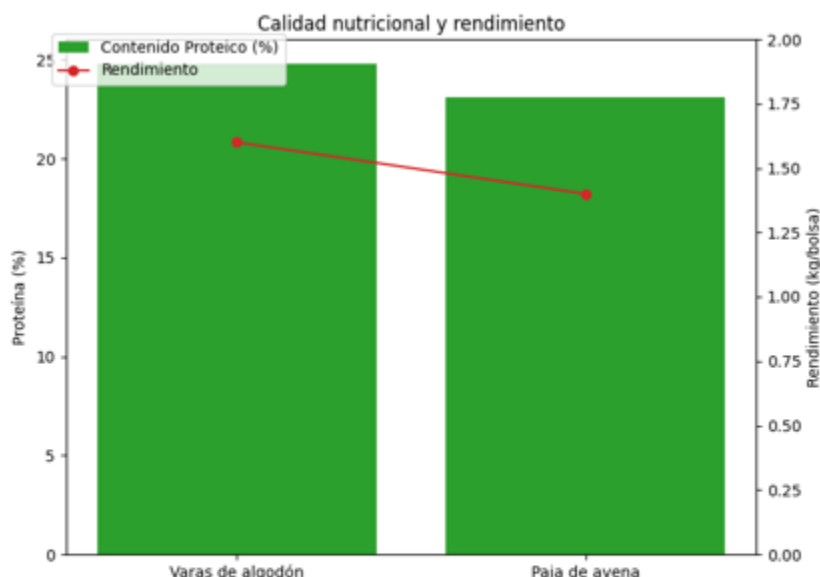


Figura 2. Comparativa gráfica del contenido proteico en setas producidas con diferentes sustratos

Los datos se basan en cinco repeticiones independientes, con valores expresados como media $\pm$ desviación estándar (DE). El análisis estadístico fue realizado mediante ANOVA de dos vías (sustrato y etapa) seguido de pruebas post-hoc de Tukey ($\alpha = 0.05$). Las diferencias significativas entre tratamientos están marcadas con asteriscos ($p < 0.05$).

Robustez del sistema en condiciones de estrés controlado

El sistema demostró ser robusto incluso bajo condiciones de estrés controlado, como fluctuaciones térmicas e higrométricas simuladas en laboratorio. El tratamiento combinado de hervido y vapor redujo significativamente la tasa de contaminación a 5.2%, frente al 10.5% típico en sistemas rurales (Pardo-Giménez et al., 2022). En este sentido, Bellettini et al. (2019) subrayaron la importancia de optimizar métodos de pretratamiento para mitigar riesgos microbiológicos en sistemas de cultivo descentralizados. Nuestros resultados resuelven específicamente la primera brecha identificada en la literatura: la validación en condiciones realistas con infraestructura limitada, lo que es crucial para la replicabilidad del modelo en comunidades marginadas.

Los resultados obtenidos validan la hipótesis central del estudio: que las varas de algodón son un sustrato superior para la producción de *Pleurotus ostreatus* en términos de tiempo de colonización, eficiencia biológica y calidad nutricional.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio validó el uso de varas residuales de algodón (*Gossypium hirsutum*) como sustrato alternativo para la producción de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones controladas de laboratorio, demostrando su superioridad técnica y agronómica en comparación con sustratos convencionales como la paja de avena (*Avena sativa*). Los resultados confirmaron que las propiedades fisicoquímicas únicas del algodón, particularmente su alta porosidad ($43 \pm 2\%$) y relación carbono/nitrógeno equilibrada (32:1), aceleraron significativamente el tiempo de colonización micelial (8.0 ± 0.5 días) y aumentaron la eficiencia biológica ($78.3 \pm 2.1\%$), superando incluso las proyecciones iniciales. Además, el contenido proteico de las setas producidas (24.8%) fue superior al obtenido con otros sustratos lignocelulósicos, como la paja de trigo (22.1%) o el bagazo de caña (23.5%), lo que refuerza el valor nutricional del modelo propuesto. En conjunto, este trabajo representa un avance técnico significativo en la valorización de residuos agrícolas, contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de sistemas productivos resilientes en regiones marginadas.

REFERENCIAS

- Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., & Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633–646. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.12.005>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Reporte anual de producción agrícola en México: Ciclo 2022–2023. <http://www.fao.org/sustainable-agriculture>
- García-Delgado, C., Jiménez-Ayuso, N., & Eymar, E. (2023). Agricultural waste management strategies for circular economy. *Waste Management & Research*, 41(2), 45–58. <https://doi.org/10.1177/0734242X221135468>
- Koutrotsios, G., Mountzouris, K. C., Chatzipavlidis, I., & Zervakis, G. I. (2021). Bioconversion of lignocellulosic residues by *Pleurotus ostreatus*. *Waste Management*, 128, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.040>
- Martínez-Carrera, D., Morales, P., & Sobal, M. (2023). *Global mushroom industry: Trends and opportunities*. Springer Nature.
- Ndubuisi-Nwaogu, E. U., Tewo, S. K., & Adeyemo, A. M. (2022). Producción de hongos a pequeña escala como fuente de ingresos para comunidades rurales. *Journal of Rural Studies*, 89, 306–315. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.12.012>
- Pardo-Giménez, A., Catalán, L., Carrasco, J., Álvarez-Ortí, M., Zied, D., & Pardo, J. E. (2022). Optimization of cultivation techniques improves yield and quality of *Pleurotus ostreatus*. *Scientia Horticulturae*, 292, 110635. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110635>
- Reis, F. S., Martins, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2022). Nutritional composition of *Pleurotus* mushrooms cultivated on agricultural wastes. *Food Chemistry*, 400, 134053. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134053>
- Sánchez, J. E., Royse, D. J., & Beelman, R. B. (2022). *Edible mushroom cultivation: From laboratory to commercial scale*. CRC Press

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). Reporte anual de producción agrícola en México: Ciclo 2022–2023. <https://www.gob.mx/agricultura/documentos>
- Zhang, X., Xu, C., & Wang, H. (2023). Microbial degradation mechanisms of cotton stalk for mushroom cultivation. *Bioresource Technology*, 367, 128765. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128765>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-68>

PROPAGACIÓN DE *EUPHORBIA ANTISYPHILITICA*: EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ESQUEJES EN SISTEMAS DE HIDROPONÍA NFT Y CAMPO ABIERTO

Ríos-Plaza, Juan Luis

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
jrriosplaza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8724-5849>

Galindo-Guzmán, Magdalena

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
magda.galindo@uprl.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8169-4398>

Segura-Echavarría, Oscar Alan

Universidad Politécnica de la Región Laguna
San Pedro de las Colonias, Coahuila, México.
quimico.segura@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7489-7652>

Pastor-López, Francisco Javier

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Matamoros, Coahuila, México.
mvzpastor@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0253-3866>

RESUMEN

Este estudio evaluó el porcentaje de supervivencia de esquejes de *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla) en dos sistemas de propagación: hidroponía NFT y campo abierto. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro réplicas ($n = 50$ esquejes por réplica). En hidroponía NFT, se aplicaron tres tratamientos: agua desionizada (testigo), ácido indolbutírico (AIB $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) y un bioestimulante natural (extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Lens culinaris* y *Cinnamomum zeylanicum* al 20% v/v). En campo, se evaluaron AIB y bioestimulante. La supervivencia se registró semanalmente durante 16 semanas. El sistema de hidroponía NFT mostró tasas superiores al 95% en todos los tratamientos, alcanzando un máximo del $99.1 \pm 0.5\%$ con el bioestimulante. En campo, los valores oscilaron entre 77.5% y 84.5%. El análisis estadístico (ANOVA, Tukey HSD, $p < 0.05$) confirmó diferencias significativas entre sistemas. La hidroponía NFT maximiza la supervivencia al reducir el estrés fisiológico y eliminar patógenos del suelo. Estos resultados demuestran que este sistema es altamente eficiente para la propagación ex situ de candelilla, ofreciendo una alternativa sostenible para programas de conservación en zonas áridas.

Palabras clave: bioestimulante natural, candelilla, hidroponía NFT, supervivencia

ABSTRACT

This study evaluated the survival percentage of *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla) cuttings in two propagation systems: NFT hydroponics and open field. A completely randomized design was used with four replicates ($n = 50$ cuttings per replicate). In NFT hydroponics, treatments included deionized water (control), indolebutyric acid (IBA, $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$), and a natural biostimulant (extracts of *Rosmarinus officinalis*, *Lens culinaris*, and *Cinnamomum zeylanicum* at 20% v/v). In the open field, IBA and biostimulant were applied. Survival was recorded weekly over 16 weeks. The NFT system achieved survival rates above 95%, with a maximum of $99.1 \pm 0.5\%$ using the biostimulant. Field survival ranged from 77.5% to 84.5%. Statistical analysis (ANOVA, Tukey HSD, $p < 0.05$) confirmed significant differences between systems. NFT hydroponics maximizes survival by minimizing physiological stress and eliminating soil-borne pathogens. These results demonstrate that NFT is highly efficient for ex situ candelilla propagation, offering a sustainable alternative for conservation programs in arid ecosystems.

Keywords: candelilla, natural biostimulant, NFT hydroponics, survival

1. INTRODUCCIÓN

La candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.) es una especie xerófila endémica del desierto chihuahuense, distribuida principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León y Durango, en México. Su importancia radica no solo en su función ecológica como especie estructural en ecosistemas áridos, sino también en su valor socioeconómico, ya que es la principal fuente natural de cera vegetal en el país, con una producción anual estimada en 5,000 toneladas y un valor comercial de aproximadamente 30 millones de dólares estadounidenses (Secretaría de Economía, 2022). Esta cera se utiliza ampliamente en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, lo que ha impulsado una extracción masiva e insostenible, clasificando a la especie como amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2018).

A pesar de su relevancia, los métodos tradicionales de propagación de candelilla, basados en la reimplantación directa de esquejes en campo, presentan tasas de supervivencia altamente variables y tiempos de enraizamiento que pueden extenderse entre 12 y 40 meses (Flores-del Ángel et al., 2013), lo que dificulta su escalabilidad en programas de restauración. En este contexto, se hace urgente desarrollar alternativas tecnológicas que mejoren la viabilidad de los esquejes y aceleren su establecimiento. La hidroponía NFT (Nutrient Film Technique) ha demostrado ser un sistema eficaz para la propagación de especies vegetales, al proporcionar oxígeno constante, nutrición controlada y ausencia de patógenos edáficos (Resh, 2022). Sin embargo, su aplicación en especies xerófitas como la candelilla aún no ha sido ampliamente explorada.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar y comparar el porcentaje de supervivencia de esquejes de *Euphorbia antisiphilitica* en dos sistemas de propagación: hidroponía NFT y campo abierto. Se planteó la hipótesis de que el sistema de hidroponía NFT, por su capacidad para controlar las condiciones abióticas y minimizar el estrés fisiológico, presentará tasas de supervivencia significativamente superiores en comparación con el sistema de campo abierto. Los resultados aportan evidencia científica clave para el desarrollo de protocolos de conservación ex situ y restauración ecológica en zonas áridas, con potencial aplicación en comunidades rurales y programas de manejo sostenible.

2. MARCO CONCEPTUAL

La supervivencia de esquejes durante la fase de enraizamiento depende de una interacción compleja entre factores genéticos, ambientales y fisiológicos. En especies xerófitas como *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla), el éxito del establecimiento está condicionado por la

capacidad de formar raíces adventicias bajo estrés hídrico y térmico (Martínez-Ballesté & Mandujano, 2013).

La propagación vegetativa es una estrategia clave para la conservación de especies amenazadas, ya que permite preservar el germoplasma nativo sin depender de la reproducción sexual, frecuentemente ineficiente en estas especies (Domínguez-Martínez et al., 2021). La hidroponía NFT (Nutrient Film Technique) proporciona una película delgada de solución nutritiva que fluye continuamente, garantizando alta disponibilidad de oxígeno y nutrientes, lo que reduce la anoxia radicular y previene infecciones (Jackson & Armstrong, 1999). Este sistema ha demostrado eficacia en la propagación de especies leñosas y medicinales al optimizar las condiciones abióticas (Savvas et al., 2013).

En contraste, los sistemas de campo abierto están expuestos a fluctuaciones climáticas, patógenos del suelo y competencia, factores que incrementan la mortalidad de los esquejes (Vargas-Piedra et al., 2020). Los bioestimulantes naturales, basados en extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Lens culinaris* y *Cinnamomum zeylanicum*, emergen como alternativas sostenibles al ácido indolbutírico (AIB). Estos compuestos promueven la formación de callo y diferenciación vascular mediante actividad auxínica natural (Souri & Bakhtiarizade, 2019; Ilias et al., 2024) y ofrecen protección antimicrobiana (Pérez-Fons et al., 2010).

La integración de estos factores en sistemas controlados como la hidroponía NFT permite maximizar la supervivencia de esquejes, sentando las bases para protocolos eficientes y replicables en la conservación ex situ de especies amenazadas en ecosistemas áridos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Universidad Politécnica de la Región Laguna (UPRL), México (25°47'N; 103°11'O; 1,120 m s.n.m.), bajo condiciones controladas. Se utilizaron esquejes de tallo de *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla) de 12.0 ± 0.5 cm de longitud, obtenidos de plantas adultas recolectadas en áreas autorizadas (permiso SGPA/DGVS/08742/19).

Se evaluaron dos sistemas de propagación bajo un diseño completamente al azar con cuatro réplicas por tratamiento: hidroponía NFT y campo abierto. Cada réplica consistió en 50 esquejes.

En el sistema de hidroponía NFT, se empleó un sistema recirculante con canaletas conectadas a un tanque central. Los tratamientos fueron: (1) agua desionizada (testigo), (2) agua + ácido indolbutírico (AIB, $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) y (3) agua + bioestimulante natural (extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Lens culinaris* y *Cinnamomum zeylanicum* al 20% v/v). La solución nutritiva básica fue una versión diluida de Hoagland, con pH 5.8–6.0 y $\text{CE} < 0.8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. La temperatura de la solución se mantuvo entre 20–24 °C.

En el sistema de campo abierto, se establecieron parcelas con riego semanal durante seis semanas, aplicando: (1) agua + AIB (1%) y (2) agua + bioestimulante natural (20% v/v), a razón de 100 mL por planta.

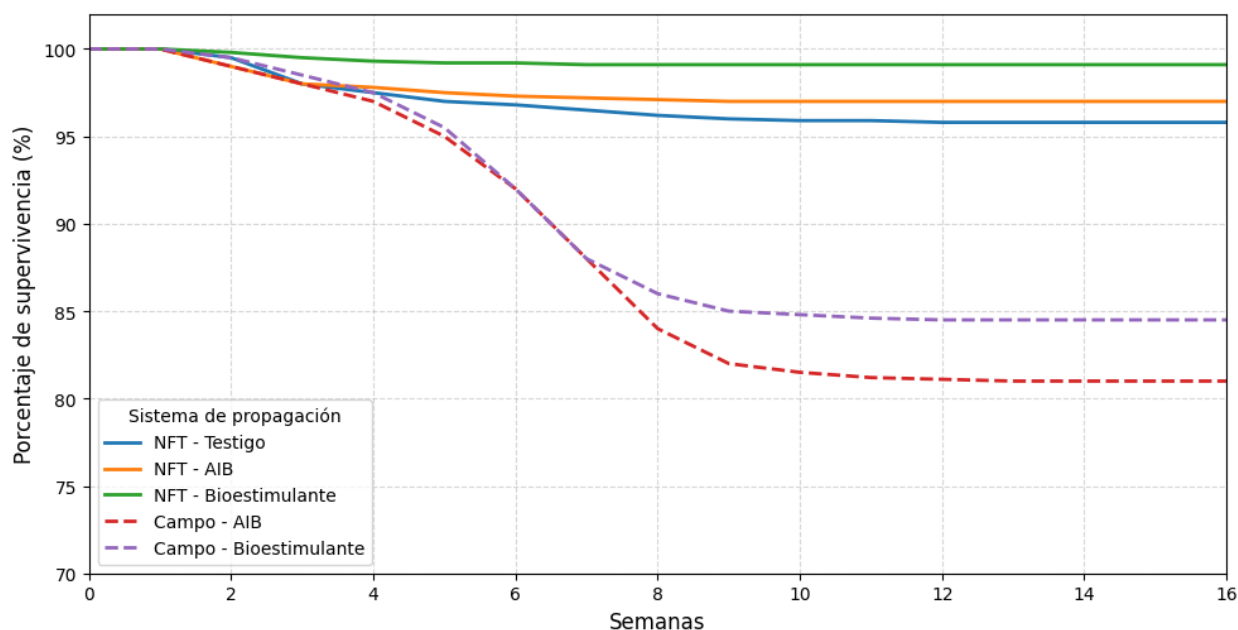
El porcentaje de supervivencia se evaluó semanalmente durante 16 semanas como la proporción de esquejes con tejidos verdes y sin necrosis. Los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía y la prueba post-hoc de Tukey HSD ($p < 0.05$) en Python v3.10.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico reveló diferencias altamente significativas en el porcentaje de supervivencia entre los sistemas de propagación evaluados (ANOVA, $F = 314.2$, $p < 0.001$). El

sistema de hidroponía NFT mostró tasas de supervivencia superiores al 95% en todos los tratamientos, manteniéndose estables durante las 16 semanas de evaluación (Figura 1). El tratamiento con bioestimulante natural alcanzó el valor más alto: $99.1 \pm 0.5\%$, seguido por el tratamiento con AIB ($97.0 \pm 1.1\%$) y el testigo ($95.8 \pm 1.4\%$). En contraste, el sistema de campo abierto presentó tasas considerablemente más bajas, con un rango entre $77.5 \pm 4.1\%$ (testigo) y $84.5 \pm 3.8\%$ (bioestimulante natural). La prueba post-hoc de Tukey HSD confirmó diferencias significativas entre ambos sistemas ($p < 0.05$), así como entre tratamientos dentro del mismo sistema.

Figura 1. Evolución del porcentaje de supervivencia de esquejes de candelilla en sistemas de hidroponía NFT y campo abierto durante 16 semanas



Nota. Porcentaje de esquejes con tejidos verdes y sin necrosis. Líneas continuas: hidroponía NFT. Líneas punteadas: campo abierto.

La Tabla 1 resume los valores finales de supervivencia por sistema y tratamiento, destacando la superioridad estadística del sistema de hidroponía NFT, especialmente cuando se combina con el bioestimulante natural.

Tabla 1. Porcentaje de supervivencia de esquejes de *Euphorbia antisiphilitica* en sistemas de hidroponía NFT y campo abierto a las 16 semanas

Sistema de propagación	de Tratamiento	Supervivencia (%)	Desv. Est.
Hidroponía NFT	Testigo	95.8	1.4
	AIB (1 g·L ⁻¹)	97	1.1
	Bioestimulante natural (20%)	99.1	0.5
Campo abierto	AIB (1%)	81	2.1

Bioestimulante natural (20%)	84.5	3.8

Nota. Los valores corresponden al porcentaje de esquejes con tejidos verdes y sin necrosis al final del experimento (semana 16). Cada valor es el promedio de cuatro réplicas (n = 50 esquejes por réplica). AIB: ácido indolbutírico.

La superioridad del sistema de hidroponía NFT se atribuye a condiciones ambientales altamente controladas: el suministro continuo de oxígeno en la película de solución previene la anoxia radicular, un factor crítico en la fase inicial de enraizamiento (Jackson & Armstrong, 1999); la ausencia de patógenos del suelo reduce las pérdidas por pudrición (Martínez-Ballesté & Mandujano, 2013); y el control preciso de la temperatura (20–24 °C) y conductividad eléctrica (< 0.8 dS·m⁻¹) minimiza el estrés fisiológico. Además, la solución nutritiva diluida tipo Hoagland proporcionó un entorno equilibrado que favoreció la homeostasis celular sin inducir toxicidad por sales.

En el sistema de campo abierto, las tasas más bajas reflejan las condiciones adversas típicas de los ecosistemas áridos: alta radiación solar, fluctuaciones térmicas extremas, baja humedad del suelo y competencia con especies invasoras. Aunque el bioestimulante natural mejoró la supervivencia en ambos sistemas, su efecto fue más pronunciado en hidroponía, posiblemente por la mayor estabilidad de sus compuestos activos (ácido rosmarínico, péptidos bioactivos y cinamaldehído) en solución acuosa, donde su acción auxínica y antimicrobiana se potencia (Pérez-Fons et al., 2010; Ilias et al., 2024). En campo, factores como la evaporación rápida y la degradación microbiana podrían haber reducido su eficacia.

Un hallazgo relevante fue la alta supervivencia observada incluso en el testigo de hidroponía (95.8%), lo que sugiere que las condiciones físicas del sistema NFT son suficientes para garantizar una buena viabilidad, independientemente del tratamiento químico. Esto resalta el papel dominante del medio de propagación sobre los factores externos en esta especie xerófila.

En conjunto, estos resultados demuestran que la hidroponía NFT maximiza la supervivencia de esquejes de *Euphorbia antisiphilitica*, al reducir el estrés abiótico y biótico. Este sistema permite producir plantas viables en condiciones controladas antes de su traslado a campo, lo que aumenta las probabilidades de éxito en programas de restauración ecológica. La integración de bioestimulantes naturales, basados en extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Lens culinaris* y *Cinnamomum zeylanicum*, potencia aún más este efecto, ofreciendo una alternativa sostenible frente al uso de reguladores sintéticos como el AIB, cuya inestabilidad en solución acuosa limita su eficacia en sistemas hidropónicos (Zaier et al., 2020).

5. CONCLUSIONES

La hidroponía NFT se establece como un sistema altamente eficiente para la propagación de esquejes de *Euphorbia antisiphilitica*, logrando tasas de supervivencia superiores al 95% y superando significativamente al sistema de campo abierto. El uso de un bioestimulante natural basado en extractos de romero, lenteja y canela potencia aún más la supervivencia, alcanzando valores cercanos al 99%. Estos resultados demuestran que el control ambiental y la reducción del estrés fisiológico son factores clave en el éxito de la propagación vegetativa de especies xerófitas amenazadas. El protocolo evaluado ofrece una alternativa sostenible y replicable para programas de conservación ex situ, restauración ecológica y desarrollo comunitario en regiones áridas de México y otras zonas con condiciones similares.

REFERENCIAS

- CONABIO. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Domínguez-Martínez, P. A., Martínez-Salvador, M., Pinedo-Alvarez, A., Villarreal-Guerrero, F., Cortes-Palacios, L., & Vázquez-Quintero, R. I. (2021). Potential distribution modeling of *Euphorbia antisiphilitica* in Mexico: Identifying priority areas for in situ conservation. *Journal of Arid Environments*, 184, 104302. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104302>
- Flores-del Ángel, M. L., Foroughbakhch, R., Rocha-Estrada, A., Cárdenas-Ávila, M. L., Guzmán-Lucio, M. A., Hernández-Aguilar, Y. L., & Alvarado-Vázquez, M. A. (2013). Morphology, viability and germination of candelilla seeds (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.). *Phyton: International Journal of Experimental Botany*, 82, 161–167.
- Ilias, G. N. M., Rahman, M. M., Kabir, M. H., Rashid, M. H. A., & Hasan, M. M. (2024). Enhanced auxin-like activity from lentil (*Lens culinaris* Medik.) seed extracts promotes adventitious root formation in plant tissue culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 156(2), 45. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02345-6>
- Jackson, M. B., & Armstrong, W. (1999). Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence. *Plant Biology*, 1(3), 274–287. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1999.tb00253.x>
- Martínez-Ballesté, A., & Mandujano, M. C. (2013). Propagación y manejo de cactáceas columnares: Una aproximación desde la ecología de poblaciones. *Cactus and Succulent Journal*, 85(4), 164–175.
- Pérez-Fons, L., Garzon, M. T., & Micol, V. (2010). Relationship between the antioxidant capacity and effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) polyphenols on membrane phospholipid order. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(1), 161–171. <https://doi.org/10.1021/jf9026487>
- Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (8th ed.). CRC Press.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y., & Gruda, N. (2013). Soilless culture. En *Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops* (pp. 303–354). FAO Plant Production and Protection Paper 217.
- Secretaría de Economía. (2022). Estadísticas del sector apícola y productos forestales no maderables. Gobierno de México.
- Souri, M. K., & Bakhtiarizade, M. (2019). Biostimulation effects of rosemary essential oil on growth and nutrient uptake of tomato seedlings under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 243, 472–476. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.056>
- Trejo-Guzmán, L. I., Gómez-Merino, F. C., Schmitt, J. M., & Sandoval-Villa, M. (2024). Protein hydrolysates from legume seeds enhance plant growth through auxin-like bioactivity in controlled environment agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1367890. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1367890>
- Vargas-Piedra, G., Valdez-Cepeda, R. D., López-Santos, A., Flores-Hernández, A., Hernández-Quiroz, N. S., & Martínez-Salvador, M. (2020). Current and future potential distribution of the xerophytic shrub candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) under two climate change scenarios. *Forests*, 11(5), 530. <https://doi.org/10.3390/f11050530>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-69>

DESARROLLO DE CATALIZADORES RESISTENTES AL AGUA PARA LA SINTESIS DE ÁCIDO LÁCTICO A PARTIR DE DIHIDROXIACETONA

Romero, Sandra Zulema

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

szromero@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3652-9563>

Luggren, Pablo Jorge

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

pluggren@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0006-5093>

Díez, Verónica Karina

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

verodiez@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5810-4203>

RESUMEN

El ácido láctico se utiliza en la industria alimenticia y como precursor de plásticos biodegradables. Tradicionalmente, se obtiene por fermentación de carbohidratos o síntesis química, sin embargo, estas metodologías presentan desventajas económicas y ecológicas. Como alternativa, se investiga la transformación de dihidroxiacetona en medio acuoso usando catalizadores de estaño soportados sobre alúmina modificados con trimetilclorosilano (TMCS) para mejorar su resistencia a la presencia de agua. Se estudiaron las propiedades texturales, estructurales y de resistencia al agua empleando diferentes técnicas fisicoquímicas y espectroscópicas (fisisorción de N₂, XRD, FTIR y medición de ángulos de contacto). Por FTIR se confirmó la presencia de TMCS en la superficie, cuya señal se reduce luego de un tratamiento térmico. Se realizaron las pruebas de actividad catalítica de los sólidos sililados y no sililados para la conversión de dihidroxiacetona a ácido láctico en medio acuoso. Se optimizaron las variables de temperatura de reacción y contenido de Sn. Los sólidos sin sililar presentaron menor actividad que los modificados con TMCS. Los catalizadores sililados mostraron mayor estabilidad y selectividad hacia el producto deseado, alcanzando rendimientos a ácido láctico de hasta 87 %.

Palabras clave: Ácido láctico, Catalizadores resistentes al agua, Dihidroxiacetona, Trimetilclorosilano.

ABSTRACT

Lactic acid is used in the food industry and as a precursor for biodegradable plastics. Traditionally, it is obtained by carbohydrate fermentation or chemical synthesis; however, these methodologies present economic and ecological drawbacks. As an alternative, the transformation of

dihydroxyacetone in an aqueous medium is being investigated using tin catalysts supported on alumina modified with trimethylchlorosilane (TMCS) to improve their water resistance. The textural, structural, and water-resistance properties were studied using different physicochemical and spectroscopic techniques (N_2 physisorption, XRD, FTIR, and contact angle measurements). FTIR confirmed the presence of TMCS on the surface, whose signal decreases after thermal treatment. Catalytic activity tests were carried out for both silylated and non-silylated solids for the conversion of dihydroxyacetone to lactic acid in an aqueous medium. Reaction temperature and Sn loading were optimized. Non-silylated solids showed lower activity than those modified with TMCS. The silylated catalysts exhibited greater stability and selectivity toward the desired product, achieving lactic acid yields of up to 87%.

Keywords: Dihydroxyacetone, Lactic acid, Trimethylchlorosilane, Water-resistant catalysts.

1. INTRODUCCIÓN

El interés en la obtención de compuestos químicos a partir de biomasa experimenta un gran crecimiento, impulsado por la necesidad de avanzar hacia un modelo sustentable. Los materiales celulósicos derivados de biomasa pueden descomponerse en azúcares mediante hidrólisis. Estos azúcares pueden transformarse en compuestos de mayor valor agregado (Liu et al., 2020). En particular una triosa, la dihidroxiacetona (DHA), es un importante compuesto plataforma que puede convertirse en otros productos valiosos como el ácido láctico (LA).

El LA es ampliamente utilizado en la industria alimenticia y en la producción de plásticos biodegradables. Se produce mediante rutas enzimáticas las cuales son selectivas, pero presentan ciertos inconvenientes como la baja velocidad de reacción y el alto costo de las enzimas. Alternativamente, se ha investigado la ruta química mediante el empleo de catalizadores. Rasrendra et al. (2011) han estudiado la síntesis de LA a partir de DHA mediante el uso de catalizadores homogéneos que involucraban soluciones acuosas de sales de metales multivalentes (Co, Cr, Sn, Fe, Ni y Al), indicando que los catalizadores con sitios ácidos de Lewis poseen un desempeño favorable para la obtención de LA. No obstante, la recuperación de estas sales en solución implica costos elevados.

Por ello, se orienta hacia el desarrollo de catalizadores sólidos, ya que facilitan la etapa de recuperación y reutilización. Se han investigado sólidos catalíticos, como zeolitas, metales soportados sobre diferentes óxidos y óxidos metálicos con morfologías modificadas. Sin embargo, la síntesis de estos materiales demanda largos tiempos y altos costos, debido al empleo de altas temperaturas y presiones (Liu et al., 2020).

En estudios previos (Pighin et al., 2016), estudiamos catalizadores sólidos basados en estaño soportado sobre alúmina, para la obtención de lactato de etilo (EL) a partir de DHA y etanol. Se alcanzaron rendimientos a EL de ~70% en condiciones de reacción suaves (353 K y presión autógena). Se confirmó que las especies de Sn generan sitios ácidos de Lewis en la superficie, los cuales juegan un rol clave en las etapas cinéticamente relevantes de la reacción.

Considerando estos antecedentes, en este trabajo nos propusimos estudiar la producción de LA a partir de DHA utilizando agua como co-reactivo en lugar de etanol. La conversión de DHA en LA requiere de un catalizador capaz de resistir la presencia de agua, ya que el agua puede desactivarlo debido a su alta polaridad. Para subsanar este problema, se prepararon, caracterizaron y ensayaron catalizadores de Sn/Al_2O_3 funcionalizados superficialmente con trimetilclorosilano (agente sililante), para mejorar su resistencia al agua.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se sintetizaron catalizadores de estaño soportados sobre alúmina mediante impregnación a humedad incipiente. Se utilizó $\gamma-Al_2O_3$ CK300 como soporte, previamente tratada a 773K, en flujo de aire (60 mL/min) durante 3h. Se prepararon tres soluciones de $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ (Sigma-Aldrich, 98%) con el fin de obtener catalizadores con contenidos teóricos de estaño de 2.0, 4.0 y 10.0% en peso. Los mismos se denotan como $xSnAl$, donde x representa % en peso de Sn.

Posteriormente, los sólidos se secaron a 363K por 24h y se calcinaron a 573K en aire durante 6h. La funcionalización superficial de xSnAl se realizó empleando como agente sililante el trimetilclorosilano (TMCS). Para ello, se añadió 5 g de xSnAl a una solución de TMCS en hexano para obtener 1 mmol TMCS/g catalizador, se agitó a 298K durante 24h, se centrifugó, se lavó tres veces con hexano y se secó en estufa a 363K. Los catalizadores resultantes se denotan como xSnAl-TMCS.

Los sólidos obtenidos se caracterizaron mediante fisisorción de N₂ a 77K para determinar las superficies específicas BET. El contenido de Sn se analizó mediante plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Los cambios químicos superficiales se estudiaron por espectroscopía infrarroja (FTIR), mientras que las propiedades estructurales por difracción de rayos X (XRD). La resistencia al agua se analizó midiendo ángulos de contacto utilizando un goniómetro.

Los ensayos catalíticos se realizaron durante 7h en un reactor discontinuo (marca Parr) utilizando una concentración de DHA en agua igual a 0.4M y 1.0g de catalizador, a presión autógena (~3 bar), a diferentes temperaturas (353, 373 y 383K). Los compuestos se cuantificaron por cromatografía de gases Shimadzu-2014, equipado con FID y columna capilar Restek Stabilwax (30m x 0.32mm ID x 0.5µm df).

Los rendimientos (Y_i , moles de producto i / moles iniciales de DHA) fueron calculados como $Y_i = S_i \times X_{DHA}$, siendo X_{DHA} la conversión de DHA (moles de DHA convertidos / moles de DHA iniciales) y S_i la selectividad al producto i (mol de i producido / moles de DHA consumidos), que se calcula como $S_i = C_i / \sum C_i$, donde C_i es la concentración del producto i . Además, se calcularon las velocidades iniciales de conversión de DHA (r_{DHA}^0 , mmol/hg_{Sn}) y de formación de LA (r_{LA}^0 , mmol/hg_{Sn}), a partir de la pendiente inicial de las curvas X_{DHA} e Y_{LA} vs. tW/n_{DHA}^0 (tiempo corregido), respectivamente, donde t es el tiempo de reacción, W es la masa de catalizador y n_{DHA}^0 son los moles de DHA iniciales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores reales de Sn obtenidos para los sólidos xSnAl fueron de 2.1%, 3.9% y 8.5%. Los catalizadores sililados exhiben una disminución de ~20% en el contenido de Sn, sin embargo, se denominaron con los mismos valores de x que su par sin sililar como xSnAl-TMCS.

El análisis por fisisorción de N₂ mostró que los catalizadores xSnAl exhiben superficies específicas (SA) similares a las del soporte, lo que sugiere que el Sn no obstruye los poros de Al₂O₃. Luego de la sililación, los valores de SA disminuyen ~20% debido a la incorporación de TMCS en la superficie. Empleando XRD se observó que todas las muestras presentan la fase γ -Al₂O₃, sin evidencias de fases cristalinas de Sn. Esto sugiere, una alta dispersión de las especies de Sn sobre la superficie del soporte. El carácter ácido de Lewis de los catalizadores xSnAl se confirmó en trabajos previos mediante la técnica FTIR-Piridina (Pighin et al., 2016).

La presencia de TMCS en los sólidos sililados se confirmó por espectros FTIR. En los mismos se identificó un pico a 1150 cm⁻¹ atribuido a los estiramientos O-Si-C, lo cual confirma la interacción del TMCS con los sitios OH⁻ superficiales del soporte a través del Si. Los grupos metilo incorporados con el agente sililante, -Si(CH₃)₃, podrían mejorar la resistencia al agua de estos materiales. Por otro lado, el espectro de la muestra calcinada en flujo de aire a 373K durante 1h, muestra una disminución en ese pico, lo que indica una posible degradación de dichas especies. Por esta razón, los catalizadores xSnAl-TMCS se ensayaron en reacción sin tratamiento térmico previo.

Las propiedades de resistencia al agua se evaluaron mediante la medición de ángulos de contacto (θ). El ángulo θ está definido con la tangente de la interfaz sólido-agua y agua-aire, cuando una gota de agua se deposita sobre una superficie lisa del catalizador. Su valor permite clasificar los sólidos en hidrofílicos ($\theta < 90^\circ$) e hidrofóbicos ($\theta > 90^\circ$). Es decir, a mayor ángulo, menor es la interacción del material con el agua. Analizando los resultados obtenidos se puede concluir que todos los sólidos son hidrofílicos, ya que θ oscila entre 8.1° y 11.5° para xSnAl, y entre 26.9° y 28.1° en los sililados, dependiendo del contenido de Sn. El tratamiento con TMCS

produce un aumento de tres veces del valor de θ para los catalizadores sililados, disminuyendo su interacción con el agua.

Posteriormente, se evaluó el desempeño de los catalizadores sintetizados en la conversión de DHA a LA en medio acuoso. Empleando los sólidos con $x=3.9$, se investigó la variación de la temperatura de reacción. Los datos de X_{DHA} y de rendimiento a LA (Y_{LA}) luego de 7h de reacción y las velocidades iniciales de reacción calculadas por cantidad de sitios activos, a diferentes temperaturas, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados catalíticos obtenidos en la síntesis de LA a diferentes temperaturas

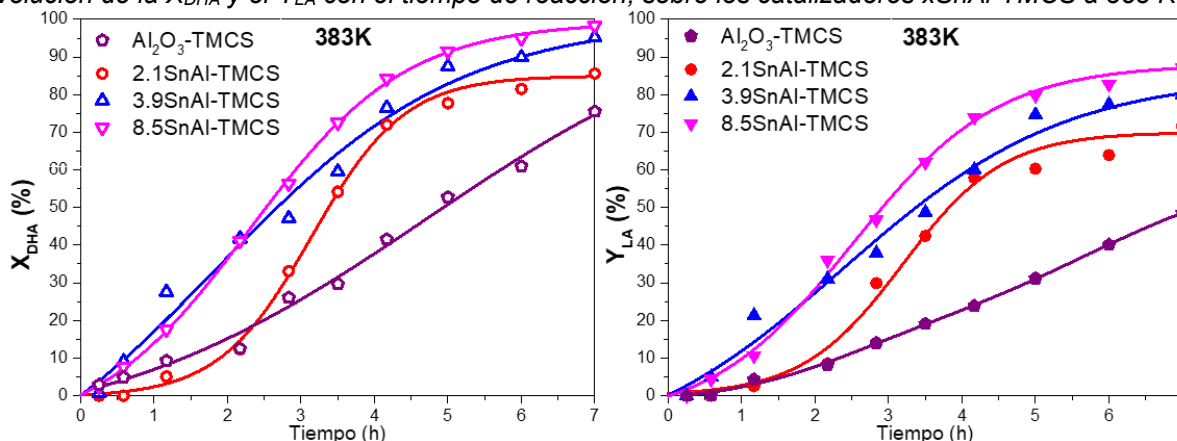
T _r (K)	3.9SnAl				3.9SnAl-TMCS			
	X_{DHA} (%)	Y_{LA}	r^0_{DHA} (mmol/h g _{Sn})	r^0_{LA}	X_{DHA} (%)	Y_{LA}	r^0_{DHA} (mmol/h g _{Sn})	r^0_{LA}
353	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	8.3	1.9	1.9
373	66.9	48.5	58.7	26.7	78.3	64.1	105.6	35.5
383	89.6	75.8	144.6	103.9	95.2	80.0	198.9	127.2
393	100.0	70.0	484.6	271.0	100.0	76.9	451.9	387.3

A 353K la serie de catalizadores xSnAl evaluados en medio acuoso no registró actividad catalítica. Luego de ser funcionalizados, se observó sobre 3.9SnAl-TMCS valores finales de X_{DHA} y Y_{LA} de ~18.4% y ~8.3%, respectivamente. Se puede inferir que la sililación modifica la superficie del sólido otorgándole una mayor resistencia al envenenamiento por agua, pero al mismo tiempo permite la interacción del sitio activo con la DHA y el agua para catalizar su conversión a LA. Por otro lado, se observa que al aumentar la temperatura de reacción se incrementan tanto X_{DHA} como Y_{LA} , lo que indica una mayor eficiencia de los catalizadores a temperaturas más elevadas. No obstante, aumentar la temperatura de reacción produce un cambio de color en la mezcla reaccionante, el cual se atribuye a la formación de productos de policondensación (Rasrendra et al., 2011). La formación de estos subproductos disminuye Y_{LA} y se depositan en la superficie del catalizador disminuyendo su actividad catalítica. Para ambos tipos de muestras, sililada y no sililada, se observa que la síntesis de LA se favorece con el aumento de temperatura siendo el valor óptimo 383K, donde se genera mayor rendimiento a LA y menor cantidad de subproductos. El efecto de la sililación se evidencia en una mejora en los resultados de la conversión y el rendimiento final al producto deseado. La adición de una cantidad mínima de TMCS (1mmol) permite incrementar estos valores en al menos un 5%. Además, al comparar las velocidades de reacción iniciales, se observa que el catalizador 3.9SnAl-TMCS exhibe valores superiores que 3.9SnAl. La mayor velocidad inicial refleja una mayor eficiencia catalítica en las etapas tempranas de reacción, lo que puede reducir los tiempos de operación y minimizar la formación de subproductos indeseables.

Luego, se investigó el efecto del contenido de Sn a 383K sobre los catalizadores xSnAl-TMCS y el soporte sililado (Al₂O₃-TMCS), en la Figura 1 se ilustra la evolución de X_{DHA} y Y_{LA} con el tiempo de reacción. Al₂O₃-TMCS mostró ser menos activo y selectivo a LA, que las muestras de xSnAl-TMCS. Esto puede ser debido a que, aunque los cationes Al³⁺ actúan como sitios ácidos de Lewis, no poseen las propiedades ácidas requeridas para convertir significativamente la DHA en LA. Por otro lado, a medida que el contenido de Sn aumenta (de 2.1 a 8.5%) se genera un incremento en X_{DHA} del 85.6 al 98.3% y del Y_{LA} del 71.6 al 87.1%.

Figura 1

Evolución de la X_{DHA} y el Y_{LA} con el tiempo de reacción, sobre los catalizadores xSnAl-TMCS a 383 K.



4. CONCLUSIONES

Se sintetizaron catalizadores sólidos de Sn sobre Al_2O_3 , con diferente contenido metálico y se funcionalizaron con trimetilclorosilano para aumentar su resistencia al agua. Por FTIR se confirmó la interacción del trimetilclorosilano con la superficie del catalizador. La resistencia al agua se corroboró midiendo ángulos de contacto.

Se evaluó el efecto de la temperatura de reacción, observándose un mayor rendimiento a ácido láctico al incrementarla, siendo la temperatura óptima 383K. Los catalizadores sililados mostraron mejores rendimientos y velocidades iniciales de formación al producto deseado. Además, se analizó el efecto del contenido de Sn, obteniéndose mejores resultados catalíticos al incrementar la carga de Sn. Esto sugiere que las especies Sn^{4+} altamente dispersas y con acidez Lewis, son las responsables de promover la formación eficiente de LA. El mayor rendimiento (~87%) se logró a 383K sobre 8.5SnAl-TMCS luego de 7h de reacción.

REFERENCIAS

- Liu, X., Zhang, Q., Wang, R., & Li, H. (2020). Sustainable Conversion of Biomass-derived Carbohydrates into Lactic Acid Using Heterogeneous Catalysts. *Current Green Chemistry*, 7(3), 282–289. <https://doi.org/10.2174/2213346106666191127123730>
- Pighin, E., Díez, V. K., & Di Cosimo, J. (2016). Synthesis of ethyl lactate from triose sugars on Sn/ Al_2O_3 catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 517, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2016.03.007>
- Rasrendra, C., Fachri, B., Makertihartha, I., Adisasmito, S., & Heeres, H. (2011). Catalytic conversion of dihydroxyacetone to lactic acid using metal salts in water. *ChemSusChem*, 4(6), 768–777. <https://doi.org/10.1002/cssc.201000457>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-70>

RECENT ADVANCES IN PEROVSKITE PHOTOCATALYSTS FOR SOLAR-POWERED GENERATION OF SUSTAINABLE FUELS

Mego, Kevin

Instituto de Tecnología Química (ITQ)
Valencia, España

fkmegdel@itq.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3150-5004>

Ruiz-Campos, Pedro

Universidad Científica del Sur (UCSUR)
Lima, Perú

pruizc@cientifica.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1097-6942>

Atienzar, Pedro

Instituto de Tecnología Química (ITQ)
Valencia, España

pedatcor@itq.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0356-021X>

G. Baldoví, Herme

Universitat Politècnica de València (UPV)
Valencia, España

hergarba@upv.edu.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8628-2605>

RESUMEN

La conversión fotocatalítica de recursos renovables en productos energéticos sostenibles constituye una de las estrategias más prometedoras para afrontar los retos actuales de seguridad energética y mitigación del cambio climático. En este trabajo se presentan resultados experimentales recientes en torno al uso de fotocatalizadores de perovskita, tanto híbridos como inorgánicos, en reacciones clave como: la fotoreducción de CO₂, evolución de oxígeno (OER), reformado de metanol (MRR) y la reacción de Fischer–Tropsch. Se emplearon catalizadores híbridos del tipo Ti₂N-Mxeno/Ni₃Fe@CsPbBr₃, así como perovskitas inorgánicas dopadas (Cs₂PtCl₆, Cs₂PtBr₆ y Cs₂OsCl₆). Los resultados muestran una elevada selectividad hacia hidrocarburos ligeros (CH₄, C₂, C₃) y producción significativa de oxígeno y de hidrógeno, con rendimientos superiores a los reportados en la literatura. En particular, la combinación de irradiación solar simulada y diseño estructural de las perovskitas permite alcanzar una alta eficiencia en la generación de combustibles solares. Estos hallazgos reafirman el papel estratégico de las perovskitas en la transición energética y abren la posibilidad de diseñar catalizadores escalables para la obtención de gasolina sintética y otros combustibles sostenibles.

Palabras clave: Energía sostenible, Fischer-Tropsch, fotocatalizadores de perovskita, fotoreducción de CO₂, reacción de evolución de oxígeno (OER).

ABSTRACT

The photocatalytic conversion of renewable resources into sustainable energy products is one of the most promising strategies to address the current challenges of energy security and climate change mitigation. This work presents recent experimental results on the use of perovskite photocatalysts, both hybrid and inorganic, in key reactions such as: CO₂ photoreduction, oxygen evolution reaction (OER), methanol reforming reaction (MRR), and the Fischer–Tropsch reaction. Hybrid catalysts of the type Ti₂N-Mxene/Ni₃Fe@CsPbBr₃, as well as doped inorganic perovskites (Cs₂PtCl₆, Cs₂PtBr₆, and Cs₂OsCl₆), were employed. The results show high selectivity towards light hydrocarbons (CH₄, C₂, C₃) and significant production of oxygen and hydrogen, with yields surpassing those reported in the literature. In particular, the combination of simulated solar irradiation and the structural design of the perovskites enables high efficiency in the generation of solar fuels. These findings reaffirm the strategic role of perovskites in the energy transition and open the possibility of designing scalable catalysts for producing synthetic gasoline and other sustainable fuels.

Keywords: Sustainable energy, Fischer-Tropsch, Perovskite photocatalysts, CO₂ photoreduction, Oxygen evolution reaction (OER).

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas sostenibles para la producción de combustibles ha impulsado el desarrollo de sistemas fotocatalíticos capaces de aprovechar la energía solar. Entre estos, las perovskitas han emergido como materiales altamente versátiles debido a su estructura ajustable, propiedades ópticas únicas y elevada actividad catalítica. La investigación en este campo ha mostrado que las perovskitas pueden aplicarse en la conversión de CO₂ o CO en hidrocarburos de valor añadido, asimismo su papel en la reacción de división de agua para la generación de H₂ y O₂.

El presente trabajo se centra en evaluar experimentalmente el desempeño de diferentes perovskitas híbridas, vacantes dobles e inorgánicas en reacciones clave: fotoreducción de CO₂, reacción de evolución de oxígeno (OER), reformado catalítico de metanol (MRR) y Fischer–Tropsch asistida por luz solar simulada. El objetivo principal es demostrar el potencial de estas perovskitas en la producción de combustibles solares y subrayar su relevancia para una transición energética limpia.

2. MARCO CONCEPTUAL

Las perovskitas son materiales con fórmula general ABX₃ o A₂BX₆, (Anderson et al., 1993) donde A y B son cationes y X es un anión haluro u oxígeno. Su flexibilidad estructural permite la incorporación de diferentes metales de transición, ajustando sus propiedades electrónicas y ópticas. En la literatura reciente se han reportado perovskitas híbridas, (Casanova-Chafer et al., 2024) vacantes dobles (Liu & Bansal, 2024) y dopadas con metales nobles (Pandey et al., 2020) que incrementan la eficiencia en procesos de fotocátalisis solar.

La fotoreducción de CO₂ busca transformar este gas en productos de valor añadido (CO, CH₄, C₂H₆) (Jiao et al., 2020; Liao et al., 2024) mediante el aporte de electrones fotoexcitados. Por otro lado, la OER es una reacción clave en la división de agua, necesaria para la producción de O₂ como vector energético. (Lin et al., 2021; Paramanik & Parida, 2021) El reformado catalítico de metanol (MRR) (Mortazavi-Manesh et al., 2023) constituye una vía eficiente para la producción de gas de síntesis y combustibles ligeros, mientras que la reacción de Fischer–Tropsch (Moshtari et al., 2024) se proyecta como un método viable para obtener combustibles líquidos a partir de mezclas de H₂ y CO.

La combinación de estas reacciones posiciona a las perovskitas como candidatos de alto impacto en el desarrollo de sistemas de energía solar a combustibles.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio corresponde a una investigación experimental aplicada, de alcance explicativo, con un diseño cuantitativo.

- Catalizadores empleados: $\text{Ti}_2\text{N-Mxene@CsPbBr}_3$, $\text{Ni}_3\text{Fe@CsPbBr}_3$, Cs_2PtCl_6 , Cs_2PtBr_6 , y Cs_2OsCl_6 .
- Condiciones de reacción: se utilizaron reactores fotoquímicos bajo irradiación solar simulada, temperatura según las condiciones del tipo de reacción y atmósferas controladas de reactivos (H_2+CO_2 , H_2+CO o Ar).
- Reacciones estudiadas:
 1. Fotoreducción de CO_2 .
 2. Evolución de oxígeno (OER) a partir de agua.
 3. Reacción reformado de metanol (MRR).
 4. Reacción de Fischer–Tropsch en condiciones preliminares.
- Análisis de productos: La cuantificación de los productos gaseosos mediante cromatografía de gases de la casa comercial Agilent 490 Micro GC, equipado con detectores TCD y FID (columna Molsieve de 5 Å que utiliza Ar como gas portador) sin manipulación manual. Durante el experimento, se monitoreó la temperatura y se controló la presión mediante el manómetro adaptado al reactor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los catalizadores híbridos $\text{Ti}_2\text{N-Mxene@CsPbBr}_3$, $\text{Ni}_3\text{Fe@CsPbBr}_3$ mostraron un desempeño notable en la fotoreducción de CO_2 , generando CH_4 , CO y gases C_2-C_3 tras 23 h de irradiación solar simulada.

En la OER, las perovskitas Cs_2PtCl_6 ($237,4 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) y Cs_2PtBr_6 ($368,9 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) evidenciaron una alta eficiencia en la producción selectiva de O_2 .

La reacción de reformado catalítico del metanol (MRR) permitió obtener rendimientos elevados de H_2 ($4185 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), CO ($2260 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), CH_4 ($543 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), C_2H_4 ($150 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), C_2H_6 ($21 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) y CO_2 ($281 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) después de 4 h de irradiación.

Finalmente, en la reacción de Fischer–Tropsch catalizada por Cs_2OsCl_6 , se obtuvieron productos preliminares como CH_4 ($555 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), CO_2 ($45 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), C_2H_4 ($1 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$), C_2H_6 ($3 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$) y C_3H_4 ($0,3 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$). Estos resultados sugieren un potencial prometedor para la futura síntesis de combustibles líquidos como gasolina sintética bajo condiciones optimizadas.

5. CONCLUSIONES

Los resultados confirman que las perovskitas, tanto híbridas, dopadas o vacantes dobles, poseen un desempeño sobresaliente en diversas reacciones fotoasistidas relevantes para la transición energética. La producción de hidrocarburos ligeros, oxígeno e hidrógeno bajo irradiación solar simulada demuestra que estos materiales pueden convertirse en una plataforma versátil para la generación de combustibles sostenibles. Además, los ensayos preliminares de Fischer–Tropsch abren el camino hacia la síntesis de gasolina y diésel sintético, consolidando a las perovskitas como materiales estratégicos en el desarrollo de tecnologías limpias y escalables para la producción de energía.

REFERENCIAS

- Anderson, M. T., Greenwood, K. B., Taylor, G. A., & Poeppelmeier, K. R. (1993). B-cation arrangements in double perovskites. *Progress in Solid State Chemistry*, 22(3), 197–233. [https://doi.org/10.1016/0079-6786\(93\)90004-B](https://doi.org/10.1016/0079-6786(93)90004-B)
- Casanova-Chafer, J., Garcia-Aboal, R., Mego, K., Malik, S. B., Atienzar, P., & Llobet, E. (2024). Lead-Free Perovskite Nanocrystals Decorating Graphene for Detecting Nerve Agents.

- ACS Applied Electronic Materials, 6(9), 6974–6981.
<https://doi.org/10.1021/acsaelm.4c01220>
- Jiao, X., Zheng, K., Liang, L., Li, X., Sun, Y., & Xie, Y. (2020). Fundamentals and challenges of ultrathin 2D photocatalysts in boosting CO₂ photoreduction. *Chemical Society Reviews*, 49(18), 6592–6604. <https://doi.org/10.1039/D0CS00332H>
- Liao, G., Ding, G., Yang, B., & Li, C. (2024). Challenges in Photocatalytic Carbon Dioxide Reduction. *Precision Chemistry*, 2(2), 49–56. <https://doi.org/10.1021/prechem.3c00112>
- Lin, S., Huang, H., Ma, T., & Zhang, Y. (2021). Photocatalytic Oxygen Evolution from Water Splitting. *Advanced Science*, 8(1), 2002458. <https://doi.org/10.1002/advs.202002458>
- Liu, H., & Bansal, S. (2024). Pt and Pt-group transition metal 0D vacancy ordered halide perovskites: A review. *EcoMat*, 6(11), e12492. <https://doi.org/10.1002/eom2.12492>
- Mortazavi-Manesh, A., Safari, N., Bahadoran, F., & Khani, Y. (2023). Synthesis, characterization, and methanol steam reforming performance of Cu/perovskite-structured catalysts. *Heliyon*, 9(3), e13742. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13742>
- Moshtari, B., Hashemabadi, S. H., & Zamani, Y. (2024). Kinetic study of Fe & Co perovskite catalyst in Fischer–Tropsch synthesis. *Scientific Reports*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59561-y>
- Pandey, P., Sengupta, A., Parmar, S., Bansode, U., Gosavi, S., Swarnkar, A., Muduli, S., Mohite, A. D., & Ogale, S. (2020). CsPbBr₃-Ti₃C₂T_x MXene QD/QD Heterojunction: Photoluminescence Quenching, Charge Transfer, and Cd Ion Sensing Application. *ACS Applied Nano Materials*, 3(4), 3305–3314. <https://doi.org/10.1021/acsanm.0c00051>
- Paramanik, L., & Parida, K. (2021). Efficient perovskite titanate photocatalysts for oxygen evolution reactions. *Materials Today: Proceedings*, 35, 133–136. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.523>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-71>

PRESENCIA Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE IMPORTANCIA NUTRICIONAL EN JALEA REAL ELABORADA POR *Apis mellifera* L.

Alcalá Escamilla, Karla Itzél

CENID FyMA-INIFAP

Querétaro, México

alcala.karla@inifap.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-1782>

Moguel Ordóñez, Yolanda Beatriz

CE Mocochoá-INIFAP

Yucatán, México

moguel.yolanda@inifap.gob.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4805-4035>

Betancur Ancona, David Abram

FIQ-UADY

Yucatán, México

bancona@correo.uady.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9206-3222>

RESUMEN

La jalea real es un producto elaborado por las abejas *Apis mellifera* L. que sirve para alimentar a la cría y a la reina durante toda su vida, y se ha utilizado como suplemento alimenticio. Esta secreción es rica en nutrientes, incluyendo varios minerales de importancia fisiológica; sin embargo, la concentración de los nutrientes puede variar de una región a otra. El objetivo del trabajo fue determinar las concentraciones de los minerales fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y sodio, en JR producida en el estado de Yucatán, México. El análisis se realizó de acuerdo al método 985.01 de la AOAC. Se efectuó una comparación de las concentraciones de los minerales con lo reportado en otros países, corroborando de esta forma la variación que puede existir en estos nutrientes de una zona de producción a otra. Se encontró niveles altos de fósforo y calcio, los cuales se atribuyeron a la concentración natural de estos minerales en el suelo de Yucatán. La jalea real es un alimento que puede ayudar a cubrir los requerimientos de diversos nutrientes en los consumidores; sin embargo, considerando el efecto que tiene el origen geográfico del alimento, se recomienda hacer una mayor cantidad de estudios para contar con valores precisos de una región a otra.

Palabras clave: *Apis mellifera* L., jalea real, minerales.

ABSTRACT

Royal jelly is a product made by *Apis mellifera* L. bees to feed the brood and queen throughout their lives. It has also been used as a dietary supplement. This secretion is rich in nutrients, including several minerals of physiological importance; however, nutrient concentrations can vary by region. This study aimed to determine the concentrations of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, iron, and sodium in royal jelly produced in Yucatán, Mexico. The analysis was performed according to AOAC method 985.01. We compared the mineral concentrations with

those reported in other countries, thus corroborating the variation that may exist in these nutrients from one production area to another. High levels of phosphorus and calcium were found and were attributed to the natural concentration of these minerals in Yucatán's soil. Royal jelly is a food that can help consumers meet their nutritional needs. However, considering the effect of the geographical origin of the food, further studies are recommended to obtain accurate nutrient values from one region to another.

Keywords: *Apis mellifera* L., minerals, royal jelly.

1. INTRODUCCIÓN

La jalea real (JR) es una secreción lechosa proveniente de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares que se encuentran en la cabeza de las abejas obreras jóvenes de *Apis mellifera* L. Esta secreción sirve para alimentar a las larvas jóvenes y a la reina durante toda su vida; la JR les proporciona los nutrientes necesarios para un crecimiento y desarrollo adecuado. La composición de la JR puede variar debido a factores como origen geográfico, época de producción, alimento consumido, edad de la larva, etc. (Hu, et al., 2017; Al Kahtani & Taha, 2020).

Los minerales son nutrientes que se encuentran en la JR, el análisis de su concentración es importante para definir su contenido y conocer las variaciones que pueden existir en las distintas regiones geográficas; además de identificar los posibles beneficios o desventajas que pueda traer su consumo, considerando que algunos minerales son necesarios para las funciones fisiológicas de los organismos, sin embargo, en concentraciones altas, su consumo puede ocasionar intoxicación o daños al consumidor, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar las concentraciones de los minerales fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), hierro (Fe) y sodio (Na), en JR producida en el estado de Yucatán, México.

2. MARCO CONCEPTUAL

La JR es el alimento que consume la cría de obreras y zánganos durante sus tres primeros días de vida, no obstante, es el alimento único de la reina, el consumo de este alimento rico en nutrientes y componentes bioactivos es lo que desencadena los mecanismos necesarios para el desarrollo de una nueva reina (Wright, Nicolson, et al., 2018).

De manera general, la composición de la JR es agua (66%), carbohidratos (15%), proteínas (13%), lípidos (5%), vitaminas y minerales (0.7-1.2%). Posee macrominerales como el K, P, Mg, Na y Ca, minerales esenciales para distintas funciones metabólicas, como el mantenimiento del equilibrio osmótico en las células o la formación de fosfolípidos para la membrana celular (Stocker, et al., 2005) y el Fe, mineral esencial para el transporte del oxígeno a todas las células del cuerpo. Además, parte de la actividad biológica de la JR se ha correlacionado con la presencia de los minerales (Balkanska, et al., 2017).

La composición de la JR permite su uso en diversos mercados: se puede utilizar como suplemento alimenticio, en la industria farmacéutica y cosmetológica (Balkanska, et al., 2017). Considerando su uso como suplemento alimenticio, la presencia de gran cantidad de nutrientes en la JR puede ayudar a cubrir los requerimientos nutricionales de los consumidores, incluyendo los requerimientos de minerales. Sin embargo, la concentración de los minerales puede verse influenciada por factores internos como la cantidad de cría, y factores externos como la ubicación geográfica, edad de la larva y el alimento consumido (Al Kahtani & Taha, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La JR fue cosechada en el apiario experimental de CE Mochá, del INIFAP, localizado en el km25 de la antigua carretera Mérida-Motul, Yucatán, México, con el método de transferencia de

larvas con extracción a las 72 hrs post traslarve. Se colocó en frascos de vidrio color ámbar y se mantuvo en congelación a -4°C hasta el momento del análisis.

En el laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán se determinó la presencia y concentración de los siguientes minerales: P, K, Mg, Ca, Fe y Na, a través del método 985.01 de la AOAC mediante un espectroscopio de emisión atómica con excitación con plasma de microondas Agilent 4200 MP-AES (EUA).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los minerales se presentan en la Tabla 1. Con la finalidad de esquematizar las variaciones que presentan estos elementos, se realizó una comparación con los resultados de diversos autores en diferentes países.

Tabla 1

Comparación de la concentración de minerales en la JR producida en el estado de Yucatán, México y la producida en otros países (mg/100g)

Mineral	Arabia saudita [‡]	Bulgaria [‡]	EUA [‡]	Francia [‡]	Yucatán, México	Recomendación mg/día [*]
P	924.5	200.9	nd [*]	206	254.2±13.7	800-1200
K	198	203.1	573	277	184.7±10.1	800
Mg	916.6	25.9	55.9	27.5	11.6±1.4	300-400
Ca	365.2	15.3	25.5	11.7	20.2±0.4	800-900
Fe	7.34	1.7	3.5	0.91	1.9±0.2	10-20
Na	64	9.5	96	11.9	59.1±3.2	1500

Nota. ^{*} No determinado; [‡]Al-Kahtani, Taha, 2020; [‡]Balkanska *et al.*, 2017; [‡]Nation y Robinson 1971; ^{*}Stocker, *et al.*, 2005

En la JR de Yucatán y de distintos países se ha reportado la presencia de macro y microminerales que pueden ayudar a cubrir los requerimientos de estos nutrientes en los consumidores, corroborando de esta forma su posible uso como suplemento alimenticio (Tabla 1).

Algunos autores indican que el K es el mineral que se encuentran en mayor concentración en la JR (Balkanska, *et al.*, 2017; Stocker, *et al.*, 2005); no obstante. los resultados de Yucatán muestran una concentración mayor de P. La Norma Mexicana “NMX-FF-104-SCFI-2004, Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano-Jalea Real-Especificaciones y Métodos de Prueba-” (Secretaría de Gobernación, 2004) establece un valor máximo de P de 250mg; un exceso de este mineral puede indicar contaminación y/o intoxicación por pesticidas; sin embargo, la presencia de estos químicos en las colonias de abejas ocasionaría una alta tasa de mortalidad en larvas y abejas adultas; signos que no se observaron durante el proceso de producción y cosecha de JR; por tal motivo se descartó la contaminación con pesticidas como motivo del valor elevado de ese mineral.

El Mg es un elemento que de manera normal se debería de encontrar en concentraciones mayores con respecto al Ca, relación que se observa en los resultados de otros países; sin embargo, en la JR de Yucatán esta relación no se cumple. Una posible explicación de los valores altos de P y la mayor relación de Ca con el Mg se puede deber a que en Yucatán se ha reportado que los suelos de esta entidad poseen una concentración alta de P y Ca (Borges-Gómez, *et al.*, 2014), lo que afecta la concentración de estos minerales en la miel y polen que consumen las abejas, los cuales son la fuente de nutrientes que utilizan las abejas para la elaboración de la JR (Nation & Robinson 1971).

5. CONCLUSIONES

En el cuadro comparativo se observa como existe una gran variación en las concentraciones de los minerales en la JR en diferentes regiones del mundo, lo que puede servir de indicador de la influencia de la ubicación geográfica en la concentración de los minerales en este alimento. La JR posee concentraciones importantes de minerales necesarios para el desarrollo de la cría en las abejas y para distintas funciones fisiológicas en los organismos que la consumen, por lo que su ingesta podría ayudar a cubrir los requerimientos de estos elementos. Sin embargo, debido a que la concentración de los minerales puede verse afectada por factores, como la ubicación geográfica, es necesario hacer análisis de las concentraciones de estos elementos con el fin de obtener estándares más precisos en las distintas regiones del país o del mundo.

REFERENCIAS

- Al-Kahtani, S.N., & Taha E-K.A. (2020) Post grafting time significantly influences royal jelly yield and content of macro and trace elements. *PLoS ONE*, 15(9), e0238751. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238751>
- Balkanska, R., Mladenova, E., & Karadjova, I. (2017) Quantification of selected trace and mineral elements in royal jelly from Bulgaria by ICP-OES and ETAAS. *Journal of Apicultural Science*, 61(2), 223-232. <https://doi.org/10.1515/jas-2017-0021>
- Borges-Gómez, L., Moo-Kauil, C., Ruíz-Novelo, J., Osalde-Balam, M., González-Valencia, C., Yam-Chimal, C., & Can-Puc, F. (2014). Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: Características físicas y químicas predominantes. *Agrociencia*, 48(4), 347-359.
- Hu, F.-L., Bilikova, K., Casablanca, H., Daniele, G., Espindola, F. S., Feng, M., Guan, C., Han, B., Kristof, K. T., Li, J. K., Li, X. A., Simuth, J., Wu, L. M., Wu, Y. Q., Xue, X. F., Xue, Y. B., Yamaguchi, K., Zeng, Z. J., Zheng, H. Q., & Zhou, J. H. (2017). Standard methods for *Apis mellifera* royal jelly research. *Journal of Apicultural Research*, 8839, 1-68. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1286003>
- Nation, J.L., & Robinson, F. A. (1971) Concentration of some major and trace elements in honeybees, royal jelly and pollens, determined by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Apicultural Research* 10(1), 35-43. <https://doi.org/10.1080/00218839.1971.11099668>
- Secretaría de Gobernación. (2004). NMX-FF-104-SCFI-2004 PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO-JALEA REAL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=678871&fecha=20/07/2004#gsc.tab=
- Stocker, A., Schramel, P., Kettrup, A., & Bengsch, E. (2005). Trace and mineral elements in royal jelly and homeostatic effects. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2005.08.004>
- Wright, G. A., Nicolson, S. W., & Shafir, S. (2018). Nutritional Physiology and Ecology of Honey bees. *Annual Review of Entomology*, 63, 327-344. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043423>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-72>

EL IMPACTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19 EN EL DIAGNÓSTICO Y MORTALIDAD DEL CÁNCER EN LA REPÚBLICA DOMINICANA: ANÁLISIS DE SU RELACIÓN SEGÚN LOS DATOS DEL INCART (2019-2021)

Peláez Perdomo, Lizbeth

Universidad Autónoma de Santo Domingo

Santo Domingo, República Dominicana

lizabethpelaez1031@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8765-9253>

RESUMEN

El cáncer constituye una de las principales causas de muerte a nivel mundial y su impacto varía según la localización anatómica del tumor, el momento del diagnóstico, los factores clínicos y sociales. La pandemia por COVID-19 alteró significativamente la atención oncológica a nivel global, afectando los patrones de diagnóstico y mortalidad. Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre los diagnósticos y la mortalidad del cáncer según su localización, a partir de los datos del Instituto Nacional del Cáncer Rosa Emilia Sánchez Pérez de Tavares (INCART) en la República Dominicana, entre 2019 y 2021. Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y cuantitativo, basado en registros hospitalarios. Se calcularon tasas de letalidad y mortalidad por tipo de cáncer y año para identificar tendencias. Los resultados mostraron una disminución progresiva en los diagnósticos (1,481 casos en 2019; 1,023 en 2020; 854 en 2021), junto con un aumento sostenido en la letalidad (30.99% en 2019 a 51.17% en 2021) y en la mortalidad general (309.93 a 511.71 por 1000 habitantes en el mismo período). Los cánceres con mayor impacto fueron pulmón, mama, sistema hematopoyético, colorrectal y páncreas. Se concluye que la crisis sanitaria influyó negativamente en la atención oncológica dominicana, resaltando la necesidad de estrategias de resiliencia para garantizar continuidad en diagnóstico y tratamiento ante futuras emergencias sanitarias.

Palabras clave: Cáncer, COVID-19, Diagnóstico, Mortalidad, República Dominicana.

ABSTRACT

Cancer is one of the leading causes of death worldwide, and its impact varies depending on tumor location, timing of diagnosis, and clinical and social factors. The COVID-19 pandemic significantly disrupted oncological care globally, affecting diagnosis and mortality patterns. This study aimed to analyze the relationship between cancer diagnosis and mortality by anatomical location, using data from the Instituto Nacional del Cáncer Rosa Emilia Sánchez Pérez de Tavares (INCART) in the Dominican Republic, between 2019 and 2021. An observational, retrospective, and quantitative study was conducted, based on hospital records. Case fatality and mortality rates were calculated by cancer type and year to identify trends. Results revealed a progressive decrease in diagnoses (1,481 cases in 2019; 1,023 in 2020; 854 in 2021), along with a sustained

increase in case fatality (from 30.99% in 2019 to 51.17% in 2021) and overall mortality (from 309.93 to 511.71 per 1,000 inhabitants during the same period). The cancers with the greatest impact were lung, breast, hematopoietic system, colorectal, and pancreatic. It is concluded that the health crisis negatively influenced oncological care in the Dominican Republic, highlighting the need for resilience strategies to ensure continuity of diagnosis and treatment during future public health emergencies.

Keywords: Cancer, COVID-19, Diagnosis, Dominican Republic, Mortality.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer constituye un problema prioritario de salud pública y una de las principales causas de morbilidad y mortalidad mundial. La Organización Mundial de la Salud (WHO, 2020) estimó que en 2020 ocurrieron 10 millones de muertes por cáncer, convirtiéndolo en la segunda causa de defunción antes de los 70 años. La magnitud de la enfermedad varía según la localización anatómica, el momento del diagnóstico y las características individuales de los pacientes.

En la República Dominicana, registros del Instituto Nacional del Cáncer Rosa Emilia Sánchez Pérez de Tavares (INCART) indicaron que los cánceres de mama, próstata, sistema hematopoyético, colorrectal y cuello uterino son los más frecuentes, coincidiendo con los patrones globales reportados por Sung et al. (2021). La vigilancia de estos indicadores es fundamental para orientar políticas públicas y estrategias de detección temprana que contribuyan a reducir la mortalidad.

La pandemia por COVID-19 en 2020 produjo un colapso en los sistemas de salud y alteró la continuidad de servicios médicos, incluyendo la oncología. El confinamiento, la reasignación de recursos, la reducción en consultas y el temor al contagio afectaron directamente el diagnóstico y tratamiento oportuno (Jazieh et al., 2020). En consecuencia, surgió la necesidad de analizar si esta situación repercutió en la evolución del cáncer en el país.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre el diagnóstico y la mortalidad del cáncer en la República Dominicana durante el período 2019–2021, utilizando los registros oficiales del INCART. Se partió de la hipótesis de que la pandemia por COVID-19 redujo el número de diagnósticos oportunos y elevó las tasas de letalidad y mortalidad oncológica.

2. MARCO CONCEPTUAL

El cáncer es una enfermedad caracterizada por el crecimiento anormal y descontrolado de células, con capacidad de invadir tejidos y órganos, afectando el pronóstico de los pacientes cuando no se detecta oportunamente. A nivel mundial, constituye una de las principales causas de muerte, con cerca de 10 millones de defunciones en 2020, situándose como la primera o segunda causa de mortalidad prematura en más de 100 países (World Health Organization [WHO], 2020). Según Sung et al. (2021), los cánceres de mama, pulmón, colon y próstata presentan las tasas de incidencia más elevadas a nivel global.

La pandemia por COVID-19 afectó severamente la atención médica en diferentes especialidades, incluyendo la oncología. Diversos estudios señalan que durante los confinamientos se redujo el número de diagnósticos oncológicos, lo que resultó en la identificación de tumores en estadios más avanzados y en un incremento de la mortalidad (De Vincentiis et al., 2021; Dinmohamed et

al., 2020). Esta situación se repitió en países de ingresos bajos y medios, donde la fragilidad de los sistemas de salud aumentó las desigualdades en el acceso a diagnósticos y tratamientos (da Cunha & Antunes, 2024).

En el contexto de la República Dominicana, el INCART recopila y publica indicadores estadísticos y epidemiológicos que permiten analizar la evolución de la mortalidad y la letalidad del cáncer en el país. Estos registros son esenciales para identificar patrones epidemiológicos y evaluar la efectividad de los programas de salud (INCART, 2021).

La evidencia internacional muestra que el cáncer de pulmón, colon, mama y páncreas fueron de los más afectados en términos de mortalidad y retraso diagnóstico durante la pandemia (Grimm et al., 2022; Kızıllırmak et al., 2023). Asimismo, se identificaron barreras como el miedo al contagio, la reducción del transporte público y las limitaciones de acceso a servicios médicos, que contribuyeron a la disminución en la demanda de atención médica oncológica (Jazieh et al., 2020).

En este sentido, el marco conceptual de esta investigación se fundamenta en la interacción entre el impacto epidemiológico del cáncer, la disrupción ocasionada por la pandemia y las debilidades estructurales de los sistemas de salud que dificultaron el diagnóstico y tratamiento oportuno, evidenciados durante la crisis sanitaria, lo que incrementó las tasas de letalidad y mortalidad en la población estudiada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y cuantitativo, con enfoque descriptivo y analítico. La fuente principal de datos fue el documento institucional “*Indicadores Estadísticos y Epidemiológicos INCART 2017–2021*”, elaborado por el Instituto Nacional del Cáncer Rosa Emilia Sánchez Pérez de Tavares (INCART, 2021). Este informe recopila información agregada sobre los casos diagnosticados de cáncer y las defunciones asociadas, clasificados por año, sexo, y localización anatómica de la neoplasia.

La población de estudio incluyó a todos los pacientes diagnosticados y tratados en el INCART durante el período 2019–2021, lo cual permitió analizar la evolución de los casos antes y durante la pandemia.

El análisis estadístico se centró en la descripción de las frecuencias absolutas y relativas (%), así como en la comparación anual de casos diagnosticados y defunciones. Se calcularon las tasas de letalidad mediante la fórmula: ***Letalidad (%) = Defunciones/Casos de cáncer x100***

Este indicador permitió evaluar la gravedad relativa de los distintos tipos de cáncer según su localización anatómica. Asimismo, se estimaron tasas de mortalidad por cada mil habitantes (ya calculado en el documento del INCART) con el fin de identificar la evolución del impacto global de la enfermedad en la población.

Para la sistematización de datos, los registros se extrajeron en formato digital utilizando el software Tabula, se organizaron en Microsoft Excel, y posteriormente se procesaron en Google Sheets y RStudio para el cálculo de indicadores y elaboración de representaciones gráficas.

El diseño metodológico tuvo un alcance descriptivo y exploratorio, cuyo objetivo fue caracterizar el comportamiento de los diagnósticos y defunciones oncológicas durante la pandemia por COVID-19 en la República Dominicana.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período analizado (2019–2021), los registros del INCART mostraron una reducción sostenida en los diagnósticos de cáncer. En 2019 se documentaron 1,481 casos, en 2020 la cifra descendió a 1,023, y en 2021 se redujo aún más a 854 casos. Esta tendencia coincide con lo observado en otros países, donde el confinamiento y las limitaciones sanitarias redujeron las consultas médicas y ocasionaron retrasos diagnósticos (Dinmohamed et al., 2020; De Vincentiis et al., 2021).

En contraste, las defunciones presentaron un aumento relativo, lo que se reflejó en una mayor tasa de letalidad, que pasó de 30.99% en 2019, a 36.75% en 2020 y alcanzó 51.17% en 2021. Asimismo, la tasa de mortalidad por cada mil personas afectadas se incrementó de 309.93 en 2019 a 511.71 en 2021. Estos resultados evidencian el impacto negativo de la pandemia en la oportunidad de diagnóstico y en la sobrevida de los pacientes oncológicos.

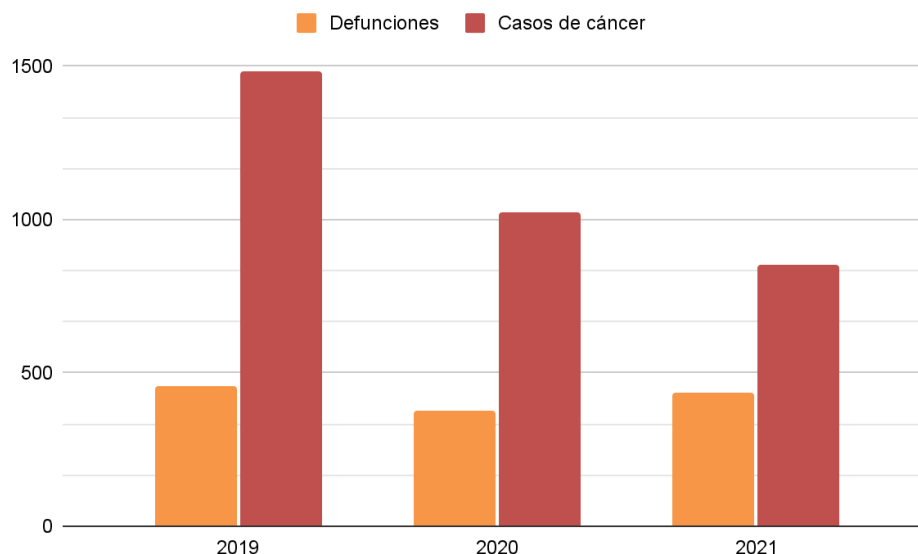
En cuanto a las localizaciones anatómicas, los cánceres con mayor mortalidad en 2019 fueron pulmón, próstata, sistema hematopoyético, mama y la categoría de “otras localizaciones”. En 2021, los de mayor mortalidad fueron pulmón, mama, colorrectal, sistema hematopoyético y “otras localizaciones”. Respecto a la letalidad relativa, destacaron páncreas, pulmón, ganglios linfáticos, colorrectal y estómago, lo cual refleja la tendencia de diagnósticos tardíos en cánceres de mal pronóstico. Los tipos de cáncer con mayor frecuencia de diagnóstico en todo el período fueron: mama (633 casos), próstata (379), sistema hematopoyético (365), colorrectal (326) y cuello uterino (264). Esta distribución se asemeja a los reportes internacionales, donde los cánceres de mama, pulmón, colon y próstata se encuentran entre los más incidentes (Sung et al., 2021).

La discusión de los resultados permite establecer que la disminución en los diagnósticos no refleja una menor incidencia real de cáncer, sino un retraso en la detección y disminución en la demanda de servicios de salud debido a factores como el miedo al contagio, la suspensión de consultas rutinarias, la reducción del transporte y las limitaciones estructurales del sistema de salud (Jazieh et al., 2020; Grimm et al., 2022). Estos elementos explican el incremento en la mortalidad y letalidad en el contexto dominicano.

El hallazgo más crítico es el aumento en la letalidad de cánceres colorrectales y pancreáticos, lo que refuerza la hipótesis de diagnósticos en estadios más avanzados y con menor posibilidad de tratamiento curativo. Además, la categoría de “otras localizaciones” representa un desafío metodológico, pues agrupa neoplasias heterogéneas con baja frecuencia, limitando el análisis comparativo. Estos resultados son consistentes con estudios en otros países que reportan descensos significativos en los diagnósticos oncológicos durante la pandemia y un aumento de la mortalidad asociada a retrasos en la atención (Kızılırmak et al., 2023; da Cunha & Antunes, 2024).

Figura 1.

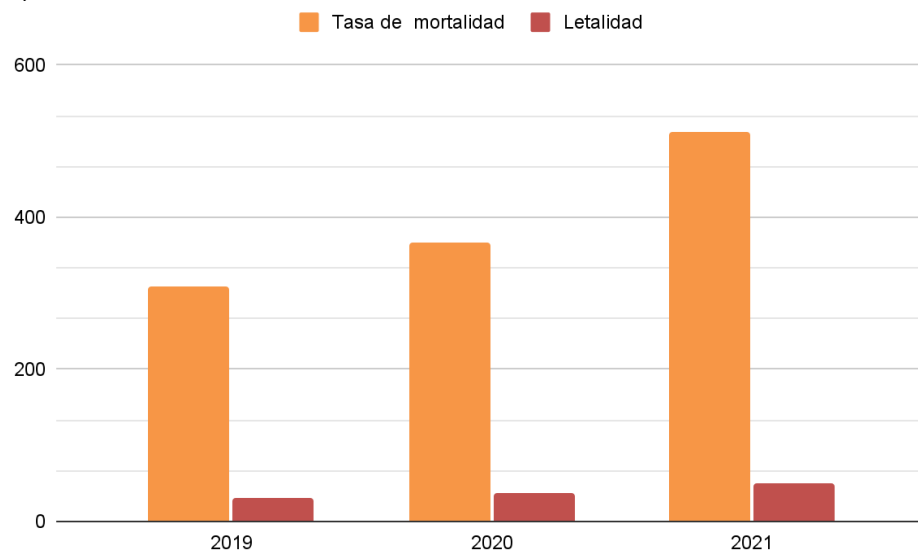
Total anual de defunciones y casos de cáncer reportados por el INCART.



Nota. El total de las defunciones y los casos de cáncer reportados por el INCART. Fuente: INDICADORES Estadísticos y Epidemiológicos INCART 2017-2021, páginas 48 y 49.

Figura 2

Total anual de la tasa de mortalidad (por cada 1,000 personas afectadas) y letalidad (por cada 100 casos diagnosticados).



Nota. Las tasas de mortalidad proporcionadas y la letalidad calculada a partir de los datos del documento del INCART. Fuente: INDICADORES Estadísticos y Epidemiológicos INCART 2017-2021, páginas 48 y 49.

5. CONCLUSIONES

La pandemia por COVID-19 generó un impacto adverso en la atención oncológica en la República Dominicana durante 2019–2021. Aunque los diagnósticos disminuyeron, las tasas de mortalidad y letalidad aumentaron significativamente, reflejando retrasos en la detección temprana y continuidad de los tratamientos. Los tipos de cáncer con mayor impacto fueron pulmón, mama, sistema hematopoyético, colorrectal y páncreas, lo cual exige el fortalecimiento de programas de detección precoz, la reducción de barreras de acceso y la implementación de estrategias innovadoras que permitan mantener la atención oncológica en situaciones adversas.

El estudio resalta la necesidad de un sistema de salud capaz de sostener servicios esenciales durante crisis sanitarias. Asimismo, enfatiza la importancia de mejorar los registros epidemiológicos nacionales para facilitar una planificación en salud más precisa y efectiva.

REFERENCIAS

- Da Cunha, A. R., & Antunes, J. L. F. (2024). Impact of the COVID-19 pandemic on cancer mortality in Brazil. *BMC Cancer*, 24(1), 1125. <https://doi.org/10.1186/s12885-024-12761-1>
- De Vincentiis, L., Carr, R. A., Mariani, M. P., & Ferrara, G. (2021). Cancer diagnostic rates during the 2020 “lockdown”, due to COVID-19 pandemic, compared with the 2018-2019: an audit study from cellular pathology. *Journal of Clinical Pathology*, 74(3), 187–189. <https://doi.org/10.1136/jclinpath-2020-206833>
- Dinmohamed, A. G., Visser, O., Verhoeven, R. H. A., Louwman, M. W. J., van Nederveen, F. H., Willems, S. M., Merks, M. A. W., Lemmens, V. E. P. P., Nagtegaal, I. D., & Siesling, S. (2020). Fewer cancer diagnoses during the COVID-19 epidemic in the Netherlands. *The Lancet Oncology*, 21(6), 750–751. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(20\)30265-5](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30265-5)
- Grimm, L. J., Lee, C., Rosenberg, R. D., Burleson, J., Simanowith, M., Fruscello, T., Jr, Pelzl, C. E., Friedewald, S. M., Moy, L., & Zuley, M. L. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on breast imaging: An analysis of the National Mammography Database. *Journal of the American College of Radiology: JACR*, 19(8), 919–934. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2022.04.008>
- Indicadores Estadísticos y Epidemiológicos INCART 2017-2021*. (s/f). Gob.do. Recuperado el 28 de julio de 2025, de https://www.incant.gob.do/wpfd_file/indicadores-estadisticos-y-epidemiologicos-incart-2017-2021/
- Jazieh, A. R., Akbulut, H., Curigliano, G., Rogado, A., Alsharm, A. A., Razis, E. D., Mula-Hussain, L., Errihani, H., Khattak, A., De Guzman, R. B., Mathias, C., Alkaiyat, M. O. F., Jradi, H., Rolfo, C., & International Research Network on COVID-19 Impact on Cancer Care. (2020). Impact of the COVID-19 pandemic on cancer care: A global collaborative study. *JCO Global Oncology*, 6(6), 1428–1438. <https://doi.org/10.1200/GO.20.00351>
- Kızıllırmak, D., Yılmaz, Z., Havlucu, Y., & Çelik, P. (2023). Impact of the COVID-19 pandemic on diagnosis of lung cancer. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.1007/s42399-022-01366-z>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>

World Health Assembly adopts historic Pandemic Agreement to make the world more equitable and safer from future pandemics. (s/f). Who.int. Recuperado el 28 de julio de 2025, de <https://www.who.int/news/item/20-05-2025-world-health-assembly-adopts-historic-pandemic-agreement-to-make-the-world-more-equitable-and-safer-from-future-pandemics>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-73>

ESTUDIO Y MODELADO DE LA HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE SORCIÓN Y DE LA ENTALPÍA DE SORCIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ *FLINT* TIPO DURO COLORADO PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA

del Rio, Camila

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería,
Núcleo TECSE (Tecnología de Semillas y Alimentos)
Olavarría, Argentina
camanglin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3083-2277>

Sologubik, Carlos Ángel

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería,
Núcleo TECSE (Tecnología de Semillas y Alimentos)
Olavarría, Argentina
csologubik@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6036-4873>

Pagano, Ana María

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería,
Núcleo TECSE (Tecnología de Semillas y Alimentos)
Olavarría, Argentina
apagano@fio.unicen.edu.ar / anamariapagano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7926-8269>

RESUMEN

La entalpía de sorción de agua es una propiedad importante para estimar el requerimiento energético para secar materiales biológicos, por lo tanto, como objetivo del presente trabajo se planteó investigar el equilibrio sorcional de dos híbridos diferentes de granos de maíz tipo colorado duro producidos en la región maicera pampeana de Argentina, a fin de generar la información necesaria para las operaciones de post-cosecha (aireación, secado y almacenamiento en silo). Los híbridos de maíz DK190VT3P y DK72-10 se caracterizaron en cuanto a sus propiedades físicas (peso de 1000 granos, peso hectolítrico, densidad real, volumen del grano, porosidad intergranaria, dimensiones espaciales y esfericidad) y se estudió su humedad de equilibrio de sorción (Me) aplicando el método estático gravimétrico, empleando higróstatos conteniendo soluciones salinas saturadas para proveer diferentes actividades acuosas (aw) en el rango de 0,0957 a 0,8099 para temperaturas entre 25 y 60 °C. Los datos de equilibrio Me-aw se ajustaron con diferentes modelos de isothermas de sorción de humedad, siendo la ecuación de GAB y el modelo de GAB generalizado en función de la temperatura (GABT) los que mejor describieron el proceso. A partir de estos modelos, se determinó el calor isostérico de sorción de humedad de los granos (Qst) mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron, resultando entre 1,36 y 10,72 kJ/mol en el rango de estudio. Adicionalmente, se compararon las isothermas y el calor isostérico de sorción de humedad de los híbridos de maíz con otros cereales y oleaginosas tales como cebada, arroz, trigo, soja y girasol.

Palabras clave: efecto de la temperatura, entalpía de sorción de humedad, equilibrio de sorción de humedad, maíz *Flint* colorado duro.

ABSTRACT

Water sorption enthalpy is an important property for estimating the energy requirement to dry biological materials. Therefore, the objective of this study was to investigate the sorption balance of two different hybrids of hard red corn grains produced in the Pampa region of Argentina, to generate the necessary information for post-harvest operations (aeration, drying, and storage in silos). The maize hybrids DK190VT3P and DK72-10 were characterized in terms of their physical properties (1000 grain weight, hectoliter weight, real density, grain volume, inter-granary porosity, spatial dimensions and sphericity) and their sorption equilibrium moisture (M_e) applying the gravimetric static method, using hygrometers containing saturated saline solutions to provide different aqueous activities (a_w) in the range of 0.0957 to 0.8099 for temperatures between 25 and 60 °C. The data of M_e - a_w were adjusted with different models of moisture sorption isotherms; the GAB equation and the generalized GAB model as a function of temperature (GABT) were the best equations to describe the process. From these models, the isosteric heat of moisture sorption of grains (Q_{st}) was determined by the equation of Clausius-Clapeyron, resulting in between 1.36 and 10.72 kJ/mol in the study range. Additionally, isotherms and moisture sorption isosteric heat of maize hybrids were compared with other cereals and oilseeds such as barley, rice, wheat, soybean, and sunflower.

Keywords: temperature effect, moisture sorption enthalpy, moisture sorption equilibrium, *Flint* corn red hard.

1. INTRODUCCIÓN

Las especies cerealeras son la base de la pirámide alimentaria de humanos y animales: maíz, trigo, sorgo, cebada, arroz y centeno son los cultivos de cereal más importantes en Argentina, uno de los principales exportadores del mundo. El cereal más producido en Argentina es el maíz. Actualmente los importadores demandan maíz con mayor dureza, calidad física y nutricional, lo que ha dado origen a la preferencia por el “maíz *Flint* argentino” (también denominado plata o colorado duro), sobre otros. Actualmente, los mayores promotores del maíz *Flint* son la industria de la molienda seca y la cervecera, principalmente en Argentina y Europa (Martí Ribes, 2018). Atributos del maíz *Flint* como dureza, densidad, dimensiones, integridad del grano, retención de agua, entre otros, son los más valorados por la industria de molienda seca. Para abastecer la demanda industrial local y mundial, Argentina siembra alrededor de 120.000 ha de maíz *Flint* por año (Seguí *et al.*, 2023). Las características y propiedades de los granos dependen del genotipo; entre ellas, el conocimiento de las propiedades de equilibrio y de entalpía de sorción de los granos, y su relación con la actividad acuosa y la temperatura ambiente, resulta indispensable para el adecuado diseño y manejo de las operaciones de post cosecha como secado, aireación y almacenamiento (Blanco-Valdes *et al.*, 2016; Vega y Lemus, 2005). Como aporte al conocimiento, este trabajo tiene por objetivo estudiar y modelar el equilibrio higroscópico de híbridos de maíz *Flint* producidos en la pampa húmeda argentina, y determinar la entalpía de sorción de humedad de los granos.

2. MARCO CONCEPTUAL

En literatura reciente existe información sobre el comportamiento higroscópico de algunas variedades de maíz (Gaikwad, 2025; Costa *et al.*, 2022; Choque-Quispe *et al.*, 2022; Gely y Giner, 2000; Sun, 1998; Tolaba y Suárez, 1990). El maíz *Flint* con elevada proporción de almidón duro presenta aspecto vítreo, dureza, resistencia a plagas y alto valor nutricional; en cambio, el dentado tiene almidón blando predominante y duro sólo en los bordes, es más cultivado por sus altos rendimientos y uso generalizado en alimentación humana y animal.

A la fecha, no se han reportado datos ni modelos específicos de equilibrio de sorción de humedad y de entalpía de sorción para los apreciados maíces híbridos *Flint* tipo duro colorado, información sumamente necesaria para las operaciones de postcosecha del grano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo la investigación desarrollada fue de tipo experimental, exploratoria y predictiva, basada en diseños experimentales para evaluar y modelar el equilibrio de sorción de humedad de híbridos de maíz *Flint* y su entalpía de sorción.

Muestra: se utilizaron granos de maíz (*Zea mays* L.) tipo duro colorado híbridos DK190VT3P (HIB1) y DK72-10 (HIB2) (Compañía Monsanto Argentina SRL). Las semillas se almacenaron en envases plásticos herméticos bajo refrigeración (2-4 °C) hasta la realización de los ensayos.

Caracterización de los frutos frescos: se determinaron parámetros característicos de los granos, por duplicado: humedad (M) (grano entero, estufa 105 ±3 °C durante 24 h, FAO, 1993); peso de mil granos (P_{1000}) (balanza analítica, precisión ±0,001 g); peso hectolítrico PH (balanza de peso hectolítrico); densidad real (D_r) y volumen del grano (V_g) (picnometría líquida con xileno); porosidad ($\square\square$) (Mohsenin, 1986); largo (a), ancho (b) y espesor (c) (calibre); diámetro geométrico (D_g) y equivalente (D_e), y esfericidad (e) (Mohsenin, 1986).

Obtención de datos de equilibrio de sorción: se empleó el método estático gravimétrico llevando muestras a higróstatos con soluciones salinas saturadas con actividades acuosas (aw) en el rango 0,1130-0,8099 y temperaturas (T) en el rango 25-60 °C, hasta alcanzar la humedad de equilibrio (Me). Los test se realizaron por duplicado.

Análisis estadístico y modelado: las propiedades de los híbridos DK190VT3P y DK72-10 se evaluaron por Anova ($\square=0,05$) a fin de detectar diferencias significativas y evaluar la influencia de aw y T sobre de Me. Los datos de equilibrio se ajustaron a modelos clásicos de la literatura: GAB, GAB modificada (MGAB), GAB generalizada en función de T (GABT), Chung-Pfost, Henderson, Henderson modificada y Oswin (ASAE, 2003; Gely y Pagano, 2012) mediante análisis de regresión no-lineal. La entalpía neta de sorción de humedad se determinó mediante la ecuación de Clasius-Clapeyron.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización de los híbridos se obtuvo: para DK190VT3P, M 10,4% b.s.; PH 80 kg/hL; D_r 1272 kg/m³; $\square$ 0,37; V_g 199 mm³; P_{1000} 193 g; a 6,3 mm; b 9,8 mm; c 4,2 mm; D_g 6,4 mm; D_e 7,2 mm; e 0,74; mientras para DK72-10, M 9,8% b.s.; PH 82 kg/hL; D_r 1350 kg/m³; $\square$ 0,39; V_g 286 mm³; P_{1000} 301 g; a 7,6 mm; b 8,8 mm; c 6,1 mm; D_g 7,4 mm; D_e 8,2 mm; e 0,93.

Los datos de equilibrio de sorción Me versus aw (Fig.1) describieron una curva Tipo II (Brunauer *et al.*, 1940). Anova demostró diferencia significativa ($p<0,05$) de Me con respecto a la temperatura y la solución salina saturada empleada, y de su interacción, pero no del tipo de híbrido. Por tanto el ajuste de modelos de isothermas se realizó en forma conjunta para ambos granos. Los residuos presentaron distribución aleatoria. Los valores de las constantes de los modelos de GAB, Oswin y Chung-Pfost a temperaturas en el rango 25-35 °C resultaron en órdenes de magnitud próximos a los reportados por Samapundo *et al.* (2007) para maíz dentado (25-30 °C).

El modelo de GAB a cada T fue muy preciso (Tabla 1), con bajos valores de desviación porcentual relativa media (MRD), pero no apto para predecir la relación Me-aw a temperaturas intermedias. Entre los modelos generalizados, los más adecuados fueron GABT, MGAB y Henderson modificado (Tabla 1). Entre ellos, se seleccionó GABT como ecuación integral más precisa para interpretar el comportamiento de ambos híbridos en todo el rango de estudio (MRD<7,14%; coeficiente de correlación $R^2>0,9$ y residuos *random*).

Figura 1

Datos experimentales de humedad de equilibrio (M_e) de maíz colorado duro (HIB1: DK190VT3P, HIB2: DK72-10) en función de la actividad acuosa (a_w) en el rango de temperaturas (T) de 25-60 °C.

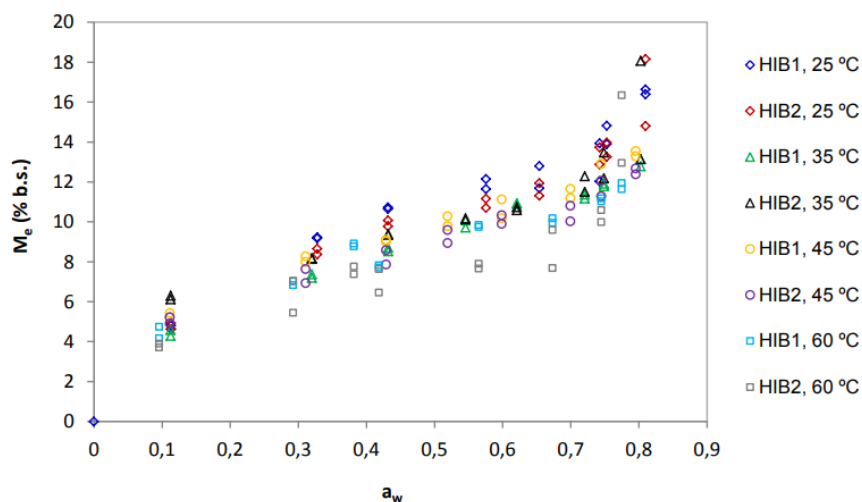


Tabla 1

Ecuaciones, parámetros y criterio estadístico de los mejores modelos de isothermas de sorción en el rango de temperaturas (T) de 25-60 °C para híbridos de maíz colorado duro (HIB1:DK190VT3P, HIB2:DK72-10).

Modelos	T (°C)	Parámetros			MRD (%)
		A	B	C	
GAB	25	8,10	0,62	18,72	6,18
$Me = \left[\frac{A B C a_w}{(1-B a_w)(1-B a_w + B C a_w)} \right]$	35	6,70	0,65	37,41	6,54
	45	7,19	0,57	31,61	4,43
	60	5,78	0,68	33,71	9,83
GABT: ídem GAB con A,B,C=f(T)					
A=a ₁ exp(a ₂ /RT)		$5,92 e^{\left(\frac{474,27}{RT}\right)}$	$0,06 e^{\left(\frac{5936,77}{RT}\right)}$	$68,72 e^{\left(\frac{2492,82}{RT}\right)}$	7,14
B=b ₁ exp(b ₂ /RT)					
C=c ₁ exp(c ₂ /RT)					
MGAB					
$Me = \left[\frac{A C (C/T) a_w}{(1-B a_w)(1-B a_w + (C/T) B a_w)} \right]$		8,54	0,52	594,41	8,88
Henderson modificado					
$Me = \left[\frac{\ln(1-aw)}{-A (T+B)} \right]^{1/C}$		3×10^{-5}	21,60	2,57	8,91

A, B, C, a₁, a₂, b₁, b₂, c₁, c₂: parámetros; T: temperatura centígrada; R: constante de gases ideales.

Comparando las isothermas de los híbridos *Flint* bajo estudio con otros granos tradicionales cultivados en Argentina (trigo, cebada, arroz, soja, girasol) se observaron notables diferencias (ASAE, 2003); esto muestra la importancia de desarrollar una herramienta para estimar la humedad de equilibrio de nuevos híbridos en los rangos de interés de T y a_w . Las isothermas de soja, cebada y trigo son las más aproximadas al maíz tipo duro colorado ya que esos granos interactúan de manera similar con el agua al tener características estructurales y composicionales comparables, sin embargo no sucede lo mismo con arroz y girasol.

En relación a la entalpía de sorción (definida como la diferencia entre la energía de sorción del agua del material y el calor de vaporización del agua pura) (McLaughlin y Magee, 1998), para

estimar la entalpía neta o calor isostérico neto de sorción de agua (Q_{st} , kJ/mol) de los híbridos de maíz duro colorado, se utilizó la ecuación $Q_{st} = R T_1 T_2 / (T_2 - T_1) \ln(a_{w1}/a_{w2})$ de Clausius-Clapeyron (Bell y Labuza, 2000), a_{w1} y a_{w2} son valores de actividad acosa (decimal) a las temperaturas centígradas T_1 y T_2 . Los valores a_w se calcularon con el modelo GABT a diversos niveles de humedad, y aplicando la ecuación de Q_{st} para pares de datos T - a_w , se obtuvieron los valores del calor de sorción en función de la humedad de equilibrio de los granos. Se obtuvieron entalpías entre 1,36-10,72 kJ/mol, con tendencia decreciente con el aumento de Me, pero particularmente creciente, y pasando por un máximo, a muy bajos contenidos de humedad (7-8% b.s., próximo a humedad de monocapa que describe el parámetro A de GAB).

Para otras variedades de maíz, se reportaron entalpías de sorción similares o próximas a las de este trabajo: Quirijns *et al.* (2005) observaron análogo comportamiento decreciente de Q_{st} con Me para maíz producido en Holanda, presentando un máximo en la zona de transición de agua de adsorbida en monocapa y multicapa. Chayjan y Esna-Ashari (2010) para maíz cultivar SC704 producido en Irán observaron calor de sorción decreciente con Me pasando por un máximo de 18,94 kJ/mol. Para otros cereales y oleaginosas (trigo, arroz, soja, girasol), Q_{st} también decrece (en mayor o menor medida) con Me (ASAE, 2003). Gely y Pagano (2012) reportaron Q_{st} decrecientes con Me para cebada cervecera a temperaturas entre 20-50 °C y actividades acuosas entre 0,11-0,813, pero superiores (43-62,6 kJ/mol) a los de maíz colorado duro de este trabajo. Esto evidencia el comportamiento sorcional particular de cada material.

5. CONCLUSIONES

Los híbridos DK190VT3P y DK72-10 presentaron diferencias en algunas propiedades físicas pero análogo comportamiento de equilibrio de sorción que pudo ser descrito adecuadamente por los modelos GAB y GABT, en base a los cuales se estimó un calor isostérico de sorción entre 1,36-10,72 kJ/mol.

REFERENCIAS

- ASAE. (2003). ASAE Standards. ASAE D245.5: Moisture relationships of plant-based agricultural products, ASABE, St. Joseph, MI.
- Bell, I.N., & Labuza, T.P. (2000). *Moisture sorption: Practical aspects of isotherm measurement and use*. 2nd Edition. St. Paul, MN: AACC.
- Blanco-Valdes, Y., Durañona, H., & Acosta-Roca, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 105-114. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193247419010.pdf>
- Brunauer, S., Deming, L.S., Deming, W.E., & Teller, E. (1940). On a theory of the van der Waals adsorption of gases. *J Am Chem Soc*, 62(7), 1723-1732. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja01864a025>
- Chayjan, R.A., & Esna-Ashari, M. (2010). Modeling of heat and entropy sorption of maize (cv. Sc704): neural network method. *Res Agric Engng*, 56(2), 69-76. DOI:10.17221/37/2009-RAE.
- Choque-Quispe, D., Ramos-Pacheco, B.S., Choque-Quispe, Y., Aguilar-Salazar, R.F., Mojo-Quisani, A., Calla-Florez, M.,... & Zamalloa-Puma, A. (2022). Storage conditions and adsorption thermodynamic properties for purple corn. *Foods*, 11(6), 828. <https://doi.org/10.3390/foods11060828>
- Costa, L.A.D., Souza, J.L.F.D., Huebner, R., Rodrigues Filho, F.A., Ferreira, A.G., & Azalim Júnior, F. (2022). Mathematical modeling for drying flint corn in a thin layer. *Pesqui Agropecu Bras*, 57, e02845. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02845>
- FAO. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Recuperado en 16/10/23 de <https://www.fao.org/4/x5027s/x5027S00.htm#Contents>
- Gaikwad, N.N. (2025). Cross-flow thin bed drying characteristics of maize (*Zea mays*) using continuous sample weight measurement. *Indian J Agric Sci*, 89(3), 458–62. <https://doi.org/10.56093/ijas.v89i3.87589>

- Gely, M.C., & Giner, S.A. (2000). Water-corn equilibrium: Temperature dependency of the GAB model parameters and calculation of the heat of sorption. *Dry Technol*, 18(7), 1449-1464. <https://doi.org/10.1080/07373930008917787>
- Gely, M.C., & Pagano, A.M. (2012). Moisture desorption isotherms and isosteric heat of sorption characteristics of malting barley (*Hordeum distichum* L.). *LAAR*, 42(3), 237-243. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-07932012000300004
- Martí Ribes, P. (2018). El maíz Flint y la obtención de productos de calidad diferenciada. En: *Manejo de maíz Flint*. Lucas Borrás (Ed.), Cap. 1, 7-11.
- McLaughlin, C.P., & Magee, T.R.A. (1998). The determination of sorption isotherm and isosteric heats of sorption for potatoes. *J Food Engng*, 35, 267-280. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00025-9)
- Mohsenin, N.N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. USA, pp. 79-127. <https://doi.org/10.1002/food.19870310724>
- Quirijns, E.J., Van Boxtel, A.J., Van Loon, W.K., & Van Straten, G. (2005). Sorption isotherms, GAB parameters and isosteric heat of sorption. *J Sci Food Agric*, 85(11), 1805-1814. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2140>
- Samapundo, S., Devlieghere, F., De Meulenaer, B., Atukwase, A., Lamboni, Y., & Debevere, J. M. (2007). Sorption isotherms and isosteric heats of sorption of whole yellow dent corn. *J Food Engng*, 79(1), 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.040>
- Seguí, M., Demarchi, F.J., Bravo, D., Toro, I. Pasquali, R., Panetti, G., Saenz, E., & Gerde, J.A. (2023). Diferencias en rendimiento y calidad de grano en maíces templados de dureza contrastante. *Agromensajes FCA-UNR*, 67, 12-16. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/213379>
- Sun, D. (1998). Selection of EMC/ERH isotherm equations for shelled corn based on fitting to available data. *Dry Technol*, 16, 779-798. <https://doi.org/10.1080/07373939808917435>
- Tolaba, M.P., & Suárez, C. (1990). Desorption isotherms of shelled maize: whole, dehulled and hulls. *Int J Food Sci Tech*, 25(4), 435-441. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01100.x>
- Vega, A., & Lemus, R. (2005). Importancia de las isoterma en los alimentos. *Indualimentos*, 8(35), 71-74. <https://www.scribd.com/document/771906009/INFORME-3-ALIMENTOS>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-74>

FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE QUITINA DE SUB-PRODUCTOS DE CAMARÓN

Díaz-Vela, Juan

Universidad Politécnica de Huatusco
Huatusco, México
mtro.juan.diaz240@uphuatusco.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0736-657X>

Morales-Palacios, Isalia

Universidad Politécnica de Huatusco
Huatusco, México
mtra.isalia.morales194@uphuatusco.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3006-6354>

Gasperín-García, Erika María

Universidad Politécnica de Huatusco
Huatusco, México
mtra.erika.gasperin104@uphuatusco.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7383-6157>

RESUMEN

A nivel mundial el camarón es uno de los productos de mayor valor agregado en el sector pesquero, esto hace que su producción sea elevada generando miles de toneladas anuales, sin embargo, la cabeza y exoesqueleto del camarón no son aptos para consumo humano, por lo que estos desechos terminan ocasionando diversos problemas ambientales. Como alternativa, se han propuesto metodologías para el aprovechamiento de estos residuos por compuestos de valor agregado tales como la quitina, la cual cuenta con un amplio campo de aplicaciones. La extracción tradicional de quitina utiliza ácidos y bases fuertes que repercuten al medio ambiente, por lo que se plantean métodos biológicos, los cuales emplean microorganismos y sustratos para la remoción de minerales y proteínas. En este trabajo se planteó la obtención de quitina con el uso de las cepas *Lactobacillus* spp y *Pediococcus pentosaceus*. Se realizó un diseño experimental de 4 tratamientos sometidos a 35°C y 200 rpm durante 120 h. Los mejores tratamientos con *Pediococcus pentosaceus* se analizaron mediante espectroscopía IR obteniendo 85.95% de similitud con la quitina comercial.

Palabras clave: bacterias, camarón, fermentación láctica, quitina.

ABSTRACT

Shrimp is one of the highest value-added products in the fishing sector worldwide, resulting in high production, generating thousands of tons annually. However, the shrimp head and exoskeleton are unfit for human consumption, so this waste ends up causing various environmental problems. As an alternative, methodologies have been proposed for the utilization of this waste for value-added compounds such as chitin, which has a wide range of applications. Traditional chitin extraction uses strong acids and bases that impact the environment, so biological methods are being proposed, which employ microorganisms and substrates for the removal of minerals and proteins. In this work, chitin was obtained using the strains *Lactobacillus*

spp and *Pediococcus pentosaceus*. An experimental design was carried out with four treatments subjected to 35°C and 200 rpm for 120 h. The best treatments with *Pediococcus pentosaceus* were analyzed by IR spectroscopy, obtaining 85.95% similarity with commercial chitin.

Keywords: bacteria, chitin, lactic fermentation, shrimp.

1. INTRODUCCIÓN

En 2018, México fue reconocido como el 7° productor de camarón a nivel mundial con 157 900 toneladas (FAO, 2020). Sin embargo, se generan más de 78 000 toneladas de desechos, debido a que solo se consume la pulpa del camarón, desechando la cabeza y exoesqueleto, que representan hasta un 50% del peso total (Xu et al., 2008). Es por ello que se han buscado alternativas para el aprovechamiento de los residuos ya que se pueden obtener productos de valor agregado como la quitina (Briceño & de Montiel, 2008). La quitina es el segundo polisacárido más abundante de la naturaleza después de la celulosa con aplicaciones en: industria alimenticia, química, textil, campos medicinales, plantas de tratamiento de agua, etc. (Synowiecki et al., 2003). Los métodos tradicionales de extracción de quitina emplean ácidos y bases fuertes, los cuales resultan ser costosos y peligrosos (Al Sagheer et al., 2009). Una de estas alternativas es la fermentación donde se involucran microorganismos para remover minerales y proteínas. Estos procesos biológicos se consideran seguros y pueden ser pretratamiento para la obtención de quitina, reduciendo el riesgo y costos de producción, así como una disminución en el gasto de agua (Sini et al., 2007). Con el objetivo de contribuir en la determinación de las condiciones que mejoren en la adecuada extracción de quitina a partir de la cáscara de camarón, en este trabajo se plantea un modelo experimental considerando dos tipos de microorganismos, *Lactobacillus* spp y *Pediococcus pentosaceus*.

2. MARCO CONCEPTUAL

El proceso biotecnológico para la extracción de quitina a partir de la cáscara de camarón mediante la fermentación ácido-láctica involucra microorganismos y sustratos, los cuales eliminan sales, proteínas y pigmentos mediante procesos de desmineralización y desproteínización (Shirai et al., 2001).

Marcia et al. (2011), utilizaron suero de leche y sacarosa como fuente de carbono y sustrato. Los resultados de la fermentación mostraron que el producto mantenía cantidades elevadas de proteínas y pigmentos, por lo cual se realizó un postratamiento químico utilizando hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio, con esto se obtuvo una recuperación del 85% de quitina.

Cuevas (2019), lleva a cabo fermentaciones ácido-lácticas con *Lactobacillus* spp usando piloncillo como fuente de carbono, observando una similitud del 96% respecto a la quitina patrón mediante espectroscopía IR.

Liu et al. (2020) proponen una fermentación de dos pasos para la extracción de quitina, para la primera parte del proceso se utilizó un inóculo de *Lactobacillus rhamnoides* al 4% (v/v) y *Bacillus amyloliquefaciens* BA01 al 6% (v/v). Los resultados tanto de desmineralización como de desproteínización demuestran la efectividad de un proceso fermentativo de dos pasos con el uso de dos microorganismos diferentes.

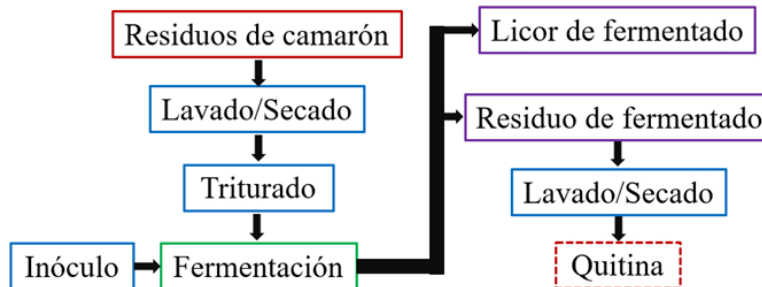
3. MATERIALES Y MÉTODOS

- Tipo de investigación: Experimental.
- Diseño de la investigación: Cuantitativa.
- Alcance de la investigación: Descriptiva.

Las etapas para el proceso de extracción proveniente de residuos de camarón mediante una fermentación ácido-láctica se describen en la Figura 1. Este proceso tendrá como productos licor

de fermentado y un residuo sólido de fermentado, este último es de interés pues de él se obtendrá la quitina.

Figura 1. Proceso de extracción de quitina mediante fermentación ácido-láctica.



Residuos de camarón

Los residuos de camarón pertenecen a la especie *Farfantepenaeus* sp., obtenidos de una planta despulpadora ubicada en el Municipio de Alvarado, Veracruz. Se sometieron a un lavado con agua y jabón, posteriormente se pasaron a una estufa de secado a 65°C, finalmente se molieron y tamizaron en una malla No. 40.

Microorganismos

Las cepas utilizadas fueron *Lactobacillus* spp y *Pediococcus pentosaceus*, proporcionadas por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana y el Laboratorio de Investigación Aplicada y Bioprocesos Sustentables (LIABS) de la Universidad Politécnica de Huatusco, respectivamente.

Condiciones de fermentación

Se utilizaron matraces Erlenmeyer de 250 mL conteniendo 100 mL de medio, 5% P/V de la cáscara de camarón y 15% P/V de inóculo respecto a la cáscara de camarón, para el sustrato (lactosa) se manejaron diferentes concentraciones (1, 3 y 5% P/V_{Total}). Incubando a 35°C durante 120 h y 200 rpm.

Determinación de pH y acidez total titulable

El pH se obtuvo mediante un potenciómetro Hanna HI 8424. La acidez total titulable fue determinada en una muestra diluida en una relación 1:10 con agua destilada utilizando una solución valorada de NaOH 0.01N, usando la ecuación (1) (Horwitz, 1975).

$$\%ATT = (Volumen\ NaOH) (Normalidad\ NaOH) (Meq.\ \acute{A}cido\ L\acute{a}ctico)(f) M \times 100 \quad (1)$$

Donde la Normalidad de NaOH = 0.01, Meq. Ácido Láctico = 0.09, el factor de disolución (f) = 10 y M el volumen de la muestra (mL).

Caracterización de la quitina cruda por espectroscopía FT-IR

Se pesó 1 mg de la quitina obtenida del proceso de fermentación (*Pediococcus pentosaceus* con 5 g/L de lactosa), se agregaron 100 mg de bromuro de potasio/mg de muestra y se mezclaron en un mortero. Posteriormente, se hicieron pastillas con una prensa marca Beckman con una presión de 5 ton/3 minutos, posteriormente se introdujeron a un espectrofotómetro FTIR comparando el espectro obtenido con uno de quitina pura de la librería del equipo Perkin Elmer 1600 con transformada de Fourier, en un intervalo de frecuencia de 650 4400cm⁻¹.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación de pH y producción de ácido láctico

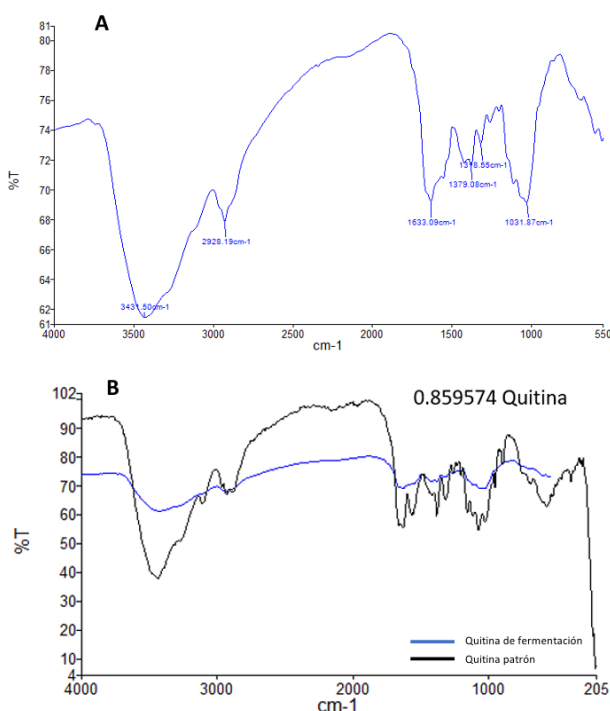
Después de 5 días, se observó una disminución del pH lo cual indicó que la fermentación ácido-láctica se estaba llevando a cabo, destacando los tratamientos con *Pediococcus pentosaceus* y lactosa a 3 g/L y *Pediococcus pentosaceus* con lactosa a 5 g/L con una disminución de 8.11 a 4.93 y de 7.92 a 5, respectivamente. Resultados similares a estos fueron reportados por Shirai et al. (2001) quienes obtuvieron valores de pH de 4.6 después de 48 h de fermentación utilizando *Lactobacillus* spp. Con respecto al aumento en la acidez total titulable (ATT) con los tratamientos de *Pediococcus pentosaceus* en lactosa al 3 y 5 g/L se alcanzó un porcentaje de 3.37 y 4.46 respectivamente.

Espectroscopía IR

La quitina cruda obtenida del tratamiento con *Pediococcus pentosaceus* en lactosa al 5 g/L, fue analizada por espectroscopia IR (Figura 1 B) obteniendo una similitud aproximadamente del 86% con respecto al espectro de la quitina pura almacenado en la biblioteca del equipo (Figura 1 A), observando la presencia de grupos de hidroxilos en la banda ancha ubicada a 3431cm^{-1} siendo menos prolongada que los de la quitina patrón pudiendo deberse a la presencia de humedad (Hamdi et al. 2017), coincidiendo con los valores de la banda de la quitina patrón, de igual manera se aprecia una banda de amida a 1633cm^{-1} y C-O-C a 1031cm^{-1} con una menor prolongación.

Figura 1

Espectro IR de quitina obtenida después de la fermentación ácido-láctica (A) y su comparación con quitina patrón (B).



5. CONCLUSIONES

Pediococcus pentosaceus llevó a mejores resultados en el descenso del pH, acidez titulable y producción de quitina con una similitud al 85 % con respecto a un patrón. La fermentación ácido-

láctica de residuos de camarón para la obtención de quitina, lo cual sería ventajoso desde el punto de vista económico y ambiental.

REFERENCIAS

- Al Sagheer, F. A., Al-Sughayer, M. A., Muslim, S., & Elsabee, M. Z. (2009). Extraction and characterization of chitin and chitosan from marine sources in Arabian Gulf. *Carbohydrate polymers*, 77(2), 410-419.
- Briceño, J. B., & de Montiel, N. M. (2008). Recuperación de quitina a partir de los residuos sólidos generados del procesamiento industrial de crustáceos. *Revista Cubana de Química*, 20(3), 17-26.
- Cuevas, J. (2019). Evaluación del efeto de la temperatura en la obtención biotecnológica de quitina a partir de residuos de camarón (Tesis de pregrado). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/es/>.
- Hamdi, M., Hammami, A., Hajji, S., Jridi, M., Nasri, M., & Nasri, R. (2017). Chitin extraction from blue crab (*Portunus segnis*) and shrimp (*Penaeus kerathurus*) shells using digestive alkaline proteases from *P. segnis* viscera. *International journal of biological macromolecules*, 101, 455-463.
- Horwitz, W. (1975). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (No. Sirsi) a376424). Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Agricultural Chemists.
- Liu, Y., Xing, R., Yang, H., Liu, S., Qin, Y., Li, K., ... & Li, P. (2020). Chitin extraction from shrimp (*Litopenaeus vannamei*) shells by successive two-step fermentation with *Lactobacillus rhamnoides* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- Marcia, E., Malespín, J., Sánchez, M., & Benavente, M. (2011). Estudio de la fermentación láctica para la extracción de quitina a partir de desechos de crustáceos. *Nexo Revista Científica*, 24(1), 33-42.
- Shirai, K., Guerrero, I., Huerta, S., Saucedo, G., Castillo, A., Gonzalez, R. O., & Hall, G. M. (2001). Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria
- Sini, T. K., Santhosh, S., & Mathew, P. T. (2007). Study on the production of chitin and chitosan from shrimp shell by using *Bacillus subtilis* fermentation. *Carbohydrate Research*, 342(16), 2423-2429.
- Sini, T. K., Santhosh, S., & Mathew, P. T. (2007). Study on the production of chitin and chitosan from shrimp shell by using *Bacillus subtilis* fermentation. *Carbohydrate Research*, 342(16), 2423-2429.
- Synowiecki, J., & Al-Khateeb, N. A. (2003). Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives.
- Xu, Y., Gallert, C., & Winter, J. (2008). Chitin purification from shrimp wastes by microbial and Biotechnology, 79(4), 687-697.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-75>

ADSORCIÓN DE COLORANTES TEXTILES AZOICOS (REACTIVE BLACK 5 Y 8) SOBRE HIDROGEL DE QUITOSANO ENTRECruzADO: ESTUDIO COMPUTACIONAL

Yupa-Contreras, Wilfredo Ángel

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

R24153081@aguascalientes.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9922-093X>

Rangel-Vázquez, Norma Aurea

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

norma.rv@aguascalientes.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8371-0352>

RESUMEN

Los colorantes textiles *Reactive Black 5* (RB5) y *Reactive Black 8* (RB8) son ampliamente utilizados en la industria textil a pesar de su impacto negativo al medio ambiente. Una solución eficaz, a este problema, es la adsorción mediante el uso de polímeros naturales basados en quitosano. Sin embargo, es necesario conocer en profundidad los mecanismos involucrados a nivel atómico y/o molecular. El presente estudio pretende identificar los mecanismos de adsorción de los colorantes RB5 y RB8 sobre el hidrogel de quitosano entrecruzado con glutaraldehído (Q/G) mediante el método semiempírico PM3. Los resultados indican que la adsorción se lleva a cabo espontánea y exotérmicamente, con ΔG_{Ads} de -33.47 y -43.98 Kcal/mol para RB5 y RB8, donde el hidrogel muestra mayor afinidad por RB8. La adsorción es del tipo químico; sin embargo, los ΔG_{Ads} difieren ampliamente de los valores experimentales, ya que la simulación no considera el efecto de la temperatura y el solvente. Se concluyó que los colorantes se ubican en paralelo a la superficie del adsorbente y que el mecanismo de adsorción involucra posibles interacciones, puentes de hidrógeno y del tipo n- π , que son afectados por las dimensiones y carácter hidrofóbico de los colorantes.

Palabras clave: Colorantes, Mecanismo de adsorción, Propiedades QSAR, Semiempírico PM3, Simulación molecular.

ABSTRACT

The textile dyes *Reactive Black 5* (RB5) and *Reactive Black 8* (RB8) are widely used in the textile industry despite their negative environmental impact. An effective solution to this problem is adsorption using natural polymers based on chitosan. However, it's necessary to know in depth the involved mechanism adsorption at the atomic/molecular level. The study aims to identify the mechanism adsorption of RB5 and RB8 dyes on the glutaraldehyde cross-linked chitosan hydrogel (Q/G) using the semi-empirical method PM3. The results show that adsorption takes place spontaneously and exothermically with ΔG_{Ads} values of -33.47 y -43.98 Kcal/mol for RB5 and RB8, where the hydrogel shows greater affinity for RB8. Adsorption is of the chemical type, however, the ΔG_{ads} differ widely from the experimental values since the simulation doesn't consider the effect of temperature and solvent media. It was concluded that the dyes are aligned parallel to the adsorbent's surface and that adsorption mechanism involves possible interactions,

hydrogen and n- π type bonds which are affected by the dimensions and hydrophobic character of the dyes.

Keywords: Adsorption mechanism, Dyes, Molecular simulation, QSAR properties, Semiempirical PM3.

1. INTRODUCCIÓN

La química computacional permite determinar mecanismos de adsorción a nivel atómico y molecular de diversos materiales. La estructura y grupos funcionales del quitosano permiten su interacción con diversos colorantes a través de diversos mecanismos de adsorción, cuya identificación es crucial para el diseño y desarrollo de nuevos adsorbentes con mayor capacidad de adsorción (Aramesh et al., 2021). Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo identificar los mecanismos de adsorción de los colorantes RB5 y RN8 en el hidrogel Q/G mediante la química computacional.

2. MARCO CONCEPTUAL

En los últimos años, se han publicado diversos estudios sobre la remoción del colorante RB5, mediante el uso de la química computacional; El Idrissi et al. (2024) identificaron, mediante cálculos DFT (Density functional theory), el coagulante más efectivo para la remoción de RB5; El Nemr et al. (2014) estudiaron la relación entre la estructura molecular de RB5 y su eficiencia como inhibidor de la corrosión, mediante cálculos DFT y Flores López et al. (2018) estudiaron el mecanismo de adsorción de RB5 mediante el cálculo de las propiedades QSAR y los mapas de potencial electrostático (MPE). Sin embargo, se ha identificado la falta de estudios computacionales relacionados con el hidrogel Q/G y el colorante RN8.

Los estudios previos hacen énfasis en el uso de descriptores moleculares del colorante omitiendo al adsorbente. Un enfoque alternativo se basa en el cálculo de la energía de adsorción (E_{Ads}) que toma en consideración el adsorbente; sin embargo, su alto costo computacional para explorar diversas configuraciones óptimas es una limitación (Malloum et al., 2023). Una alternativa al cálculo DFT, para sistemas de grandes, es el uso de un cálculo secuencial de mecánica molecular (MM) y métodos semiempíricos, que aprovechan la rapidez en el cálculo del primero, y la precisión en los resultados del segundo.

La MM basada en las leyes de la física clásica, y que representa las moléculas como un conjunto de esferas (átomos) unidas por resortes (enlaces), es rápida y permite modelar sistemas extensos; sin embargo, no proporciona información electrónica del sistema y para su aplicación requiere del uso de campos de fuerza, como el modelo CHARMM (Cuevas & Córtes, 2003). Por otra parte, los métodos semiempíricos son adecuados para moléculas medianas y grandes. Estos métodos incorporan parámetros basados en datos teóricos y/o experimentales, a fin de acelerar los cálculos y reducir el error introducido por las simplificaciones. El modelo semiempírico PM3 (Parametric Method 3) representa exactamente los enlaces puente de hidrógeno y predice con mayor precisión los calores de formación, a través de una mejora en el método de optimización.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las optimizaciones se realizaron utilizando el software Hyperchem® con el modelo semiempírico PM3; mediante el algoritmo de Polak-Ribiere, con un criterio de convergencia de 0.01 Kcal/(Å.mol) y 10000 ciclos.

Las geometrías moleculares óptimas de los colorantes se obtuvieron mediante una pre-optimización inicial, utilizando el comando *Configurational Search* con el campo de fuerza CHARMM; seguida de una optimización.

El hidrogel Q/G se representó mediante su oligómero, considerando un porcentaje de desacetilación del 75%. La estructura se construyó utilizando el comando *Sugar Builder*, que comprende de dos cadenas de quitosano unidas por una molécula de glutaraldehído; las cadenas

de quitosano se conformaron de tres anillos de GlcN (Glucosamina) y un anillo de GlcNAc (N-acetil-glucosamina) en sus formas isoméricas β -D, unidas mediante un enlace glucosídico 1 $\rightarrow$ 4; posteriormente, se optimizó la estructura molecular.

Las propiedades reportadas para los sistemas Hidrogel-Colorante fueron: las energías moleculares (ΔG y $\Delta H_{\text{form.}}$), mapas de potencial electrostático (MPE's) y las propiedades QSAR (área superficial, volumen y coeficiente de reparto (Log P)); los $\Delta G_{\text{Ads.}}$ de los sistemas Hidrogel-colorante se calcularon mediante la ecuación (1).

$$\Delta G_{\text{Ads.}} = \Delta G_{\text{Sistema}} - (\Delta G_{\text{Hidrogel}} + \Delta G_{\text{Colorante}}) \quad (1)$$

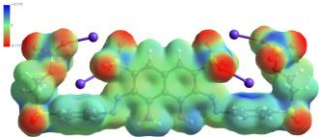
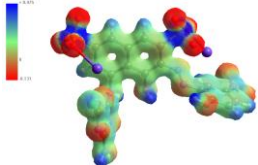
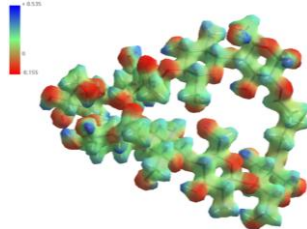
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de los compuestos

Las energías moleculares negativas, reportadas en la Tabla 1, determinaron que estos compuestos se producen espontánea y exotérmicamente; con el siguiente orden de estabilidad: hidrogel Q/G > RB5 > RB8. El hidrogel debe su estabilidad a sus múltiples interacciones puentes de hidrógeno intramolecular. El RB5 es más estable que RB8 debido a que posee un sistema conjugado más extenso, mayor cantidad de anillos aromáticos y dos grupos etilsulfona (-S(=O)₂-CH₂-CH₂-) muy estables.

Tabla 1

Parámetros energéticos y geométricos de los compuestos en estudio

	RB5	RB8	Hidrogel Q/G
Estructuras moleculares			
Energías moleculares			
ΔG (Kcal/mol)	-275276.6	-189465.3	-504522.7 (-464183.0)
$\Delta H_{\text{form.}}$ (Kcal/mol)	-787.2	-228.1	-1666.7 (-1470.4)
Propiedades QSAR			
Área superficial (Å ²)	977.0 (1127.0)	764.1	1514.1 (1320.4)
Volumen (Å ³)	1852.1 (1997.23)	1336.2	3276.8 (3450.2)
Log P	3.78 (-6.55)	5.29	-12.69

Nota. Los valores en paréntesis son los reportados por Ávila-Camacho & Rangel-Vázquez (2024) y El Nemr et al. (2014).

La Tabla 1 mostró que el hidrogel, al ser una macromolécula, posee una mayor área superficial que favoreció a la adsorción; y el colorante RB8 tiene el menor volumen, lo que facilitó su difusión hacía más sitios activos, resultando en una mayor capacidad de adsorción, a diferencia del colorante RB5. Los colorantes son hidrofóbicos (Log P > 0), aunque son solubles en agua; estos resultados podrían indicar una tendencia en la solubilidad de estos compuestos, ya que RB5 es más soluble que RB8, según sus solubilidades 617.0 y ~ 90.0 g/L, respectivamente. El Nemr et al. (2014) reportaron un Log P de -6.55 para RB5; debido a la presencia de grupos -SO₃H con capacidad de formar enlaces puente de hidrógeno a diferencia de los grupos -SO₃Na.

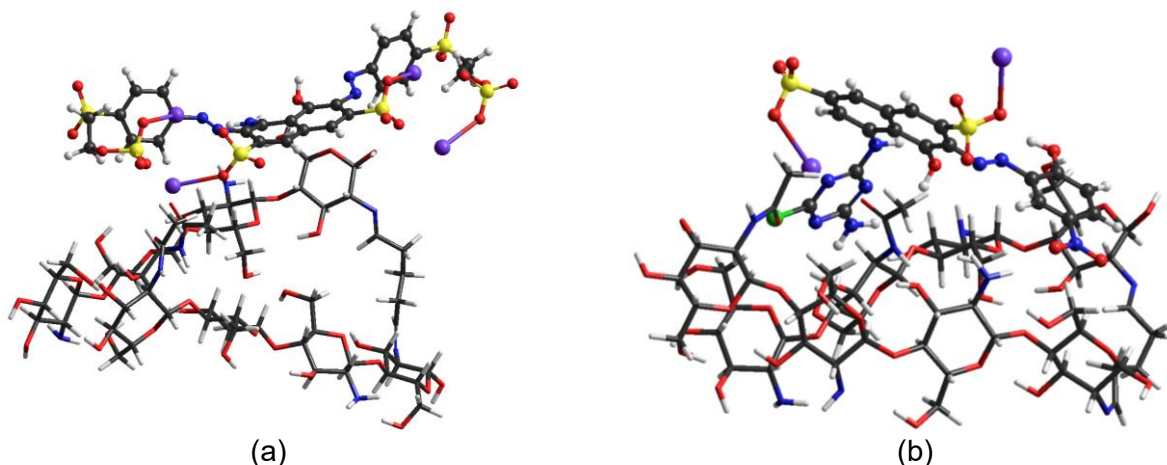
4.2. Caracterización de los sistemas Hidrogel-Colorante

La Figura 1 muestra que el arreglo óptimo de los colorantes RB5 y RB8 es aquella donde el colorante se ubica paralela a la superficie del adsorbente. Esto se podría deber a que una mayor área de contacto entre el colorante e hidrogel favorece a las interacciones entre ambas. Los valores de ΔG (-779832 y -694031 kcal/mol) y $\Delta H_{\text{form.}}$ (-2487 y -1938 kcal/mol) para los sistemas hidrogel-RB5 e hidrogel-RB8, respectivamente; indicaron que estas estructuras se formaron exotérmica y espontáneamente; por lo tanto, son estables. Además, los valores de $\Delta G_{\text{Ads.}}$ para los colorantes RB5 (-33.47 kcal/mol) y RB8 (-43.98 kcal/mol) indicaron una mayor afinidad del hidrogel por el colorante RB8.

Sin embargo, Filipkowska (2006) reportó que el colorante RB5 fue más afín al adsorbente de quitosano que el colorante RB8, debido a que posee mayor número de anillos bencénicos y grupos $-\text{SO}_3\text{Na}$. Esta diferencia fue atribuida al arreglo que posee RB5 en el adsorbente (Figura 1(a)), donde 2 grupos $-\text{SO}_3\text{Na}$ y $-\text{S}(\text{O})_2-$ no interactúan con el hidrogel debido a las dimensiones del colorante, reduciendo las interacciones, como reportó Freire et al. (2020). Por otro lado, los grupos p-nitrofenol y s-triazina disustituido de RB8 interactúan favorablemente con el hidrogel (Figura 1(b)); además, su menor volumen le permite penetrar la estructura del hidrogel y, por último, su carácter hidrofóbico aumenta su afinidad por el adsorbente.

Figura 1

Adsorción de los colorantes (a) RB5 y (b) RB8 sobre el adsorbente hidrogel Q/G



Razmi et al. (2019) indicaron que el principal mecanismo de adsorción involucra interacciones electrostáticas entre los grupos $-\text{NH}_4^+$ del adsorbente y los grupos $-\text{SO}_3^-$; sin embargo, los grupos $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ y $-\text{NO}_2$ de los colorantes pueden originar posibles interacciones puentes de hidrógeno; y los anillos de naftaleno de los colorantes pueden interactuar con los grupos $-\text{OH}$ y/o $\text{C}=\text{O}$ del adsorbente mediante interacciones del tipo $\pi-\pi$ (Mallakpour et al., 2022).

Según Bazan-Wozniak et al. (2022), la adsorción de ambos colorantes es del tipo química (-95 a -19 Kcal/mol); sin embargo, múltiples estudios experimentales, a 25 °C, como los de Razmi et al. (2019) para adsorbentes basados en quitosano como los compuestos de Quitosano/GO, Quitosano modificado y quitosano; reportaron valores de $\Delta G_{\text{Ads.}}$ que variaron entre -7.65 y -1.73 kcal/mol, que difieren de los valores teóricos reportados. Malloum et al. (2023) atribuyen esta diferencia a la sobreestimación de los $\Delta G_{\text{Ads.}}$ teóricos, ya que se basan en energías electrónicas que no consideran la presión y temperatura del sistema. Además, la simulación realizada en fase gaseosa y a 0 K, sin considerar el efecto del solvente y la temperatura, aleja los valores calculados de los valores experimentales, dado que la polaridad del medio puede alterar la

estructura electrónica del soluto. También, señalaron la importancia de los efectos anarmónicos en sistemas con interacciones no covalentes, como la adsorción; que surgen de las asunciones realizadas en el tratamiento teórico de la química cuántica, como el uso de un modelo armónico simple con una energía potencial de series de Taylor truncado al segundo orden.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que la adsorción de RB5 y RB8 se lleva a cabo exotérmica y espontáneamente, con los colorantes ubicados en paralelo a la superficie del adsorbente; con valores de ΔG_{Ads} de -33.47 y -43.98 Kcal/mol para los colorantes RB5 y RB8, respectivamente; donde el hidrogel muestra una preferencia hacia RB8. Los mecanismos de adsorción involucran posibles interacciones puentes de hidrógeno de los grupos $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ y $-\text{NO}_2$ e interacciones del tipo $n-\pi$ entre los anillos de naftaleno de los colorantes con los grupos $-\text{OH}$ y/o $\text{C}=\text{O}$ del adsorbente; además, el tamaño y volumen de los colorantes también tienen efecto en el mecanismo. Las adsorciones son del tipo químico, que difieren de los resultados experimentales, ya que no se consideró el efecto de la temperatura y la solvatación del sistema.

REFERENCIAS

- Aramesh, N., Bagheri, A. R., & Bilal, M. (2021). Chitosan-based hybrid materials for adsorptive removal of dyes and underlying interaction mechanisms. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 399–422. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.04.158>
- Ávila-Camacho, B. A., & Rangel-Vázquez, N. A. (2024). Analysis of the adsorption of Hg^{2+} , Ni^{2+} and Cu^{2+} on chitosan hydrogels. *Polímeros*, 34(3), e20240035. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.20240053>
- Bazan-Wozniak, A., Cielecka-Piontek, J., Nosal-Wiercińska, A., & Pietrzak, R. (2022). Adsorption of Organic Compounds on Adsorbents Obtained with the Use of Microwave Heating. *Materials*, 15(16), 5664. <https://doi.org/10.3390/ma15165664>
- Cuevas, G., & Córtes, F. (2003). *Introducción a la Química Computacional* (1a ed.). Fondo de Cultura Económica.
- El Idrissi, M., Elharfaoui, slimane, zmirli, Z., mouhssine, A., Dani, adil, salle, B., Tounsi, A., digua, K., & chaair, hassan. (2024). Theoretical and Experimental Study of the Orientation to the Most Effective Coagulant for Removing Reactive Black-5 Dye from Industrial Effluents. *Physical Chemistry Research*, 12(1). <https://doi.org/10.22036/pcr.2023.386259.2294>
- El Nemr, A., Moneer, A. A., Khaled, A., El Sikaily, A., & El-Said, G. F. (2014). Modeling of synergistic halide additives' effect on the corrosion of aluminum in basic solution containing dye. *Materials Chemistry and Physics*, 144(1–2), 139–154. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2013.12.034>
- Filipkowska, U. (2006). Adsorption and Desorption of Reactive Dyes onto Chitin and Chitosan Flakes and Beads. *Adsorption Science & Technology*, 24(9), 781–795. <https://doi.org/10.1260/026361706781388932>
- Flores López, S. L., Moreno Virgen, M. R., Hernández Montoya, V., Montes Morán, M. A., Tovar Gómez, R., Rangel Vázquez, N. A., Pérez Cruz, M. A., & Esparza González, M. S. (2018). Effect of an external magnetic field applied in batch adsorption systems: Removal of dyes and heavy metals in binary solutions. *Journal of Molecular Liquids*, 269, 450–460. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.08.063>
- Freire, T. M., Fachine, L. M. U. D., Queiroz, D. C., Freire, R. M., Denardin, J. C., Ricardo, N. M. P. S., Rodrigues, T. N. B., Gondim, D. R., Junior, I. J. S., & Fachine, P. B. A. (2020). Magnetic

Porous Controlled Fe₃O₄–Chitosan Nanostructure: An Ecofriendly Adsorbent for Efficient Removal of Azo Dyes. *Nanomaterials*, 10(6), 1194. <https://doi.org/10.3390/nano10061194>

Mallakpour, S., Radfar, Z., & Feiz, M. (2022). Optimization of chitosan/tannic acid@ ZnFe layered double hydroxide bionanocomposite film for removal of reactive blue 4 using a response surface methodology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 209, 747–762. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.020>

Malloum, A., Adegoke, K. A., Ighalo, J. O., Conradie, J., Ohoro, C. R., Amaku, J. F., Oyedotun, K. O., Maxakato, N. W., Akpomie, K. G., Okeke, E. S., & Olisah, C. (2023). Computational methods for adsorption study in wastewater treatment. *Journal of Molecular Liquids*, 390, 123008. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.123008>

Razmi, F. A., Ngadi, N., Wong, S., Inuwa, I. M., & Opotu, L. A. (2019). Kinetics, thermodynamics, isotherm and regeneration analysis of chitosan modified *pandan* adsorbent. *Journal of Cleaner Production*, 231, 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.228>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-76>

EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA EN UNA POBLACIÓN DE PRIMARIA PÚBLICA, GUADALAJARA JALISCO

Quiroga Pacheco, Michelle

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México

082190126@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4988-494X>

Ruiz Bravo, Amy Sujey

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México

021230027@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7455-5359>

Estrada Contreras, Karla Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México

kestrada@uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

La dieta mediterránea (DM) originaria de Europa, clave para la salud infantil. Su implementación en la población infantil mexicana favorece hábitos saludables desde la niñez, ayudando a prevenir la obesidad y enfermedades crónicas promoviendo un crecimiento y desarrollo óptimo a largo plazo. Nuestro objetivo es evaluar la adherencia a la DM mediante el cuestionario KIDMED, en una población escolar de 1ero, 3ero y 6to grado en Guadalajara, Jalisco. Material y Métodos: Estudio descriptivo transversal, muestreo aleatorio, donde se aplicó el cuestionario KIDMED para evaluar la adherencia a la dieta mediterránea, donde se divide en tres clasificaciones dieta de muy baja calidad, necesidad de mejorar el patrón alimentario y dieta mediterránea óptima. Estadísticos descriptivos y Prueba T student. según grado escolar y sexo. Resultados: n34, varones 44%, mujeres 56%, media: 8.73 años, 12.10 pts KIDMED. Según KIDMED vs sexo el 66.7% varones y 47.4% mujeres. Considerando el grado vs KIDMED: 1er grado 33.3% necesidad de mejorar el patrón alimentario, 3er grado 100% adherencia óptima y 6to grado 100% dieta de muy baja calidad. La prueba t de Student reveló diferencias significativas en "Grado" ($t(12) = 2.309$, $p = 0.040$) y "Sexo" ($t(12) = 2.739$, $p = 0.018$). Conclusión: México enfrenta una grave problemática de obesidad infantil, por lo que es necesario replantear los hábitos alimentarios desde la niñez. La dieta mediterránea es una alternativa para prevenir la obesidad y enfermedades asociadas, por lo que implementarla en escuelas y hogares podría contribuir significativamente a reducir la obesidad infantil formando generaciones más sanas.

Palabras clave: Cuestionario KIDMED, Dieta Mediterránea, Escolar, Obesidad.

ABSTRACT

Introduction: The Mediterranean diet (MD), originally from Europe, is a key nutritional model for child health. Its implementation among Mexican children may foster healthy habits from an early age, helping to prevent obesity and chronic diseases while promoting optimal long-term growth and development. **Objective:** To evaluate adherence to the MD using the KIDMED questionnaire in a school population from grades first graders, third graders, and sixth graders in Guadalajara, Jalisco. **Materials and Methods:** Descriptive cross-sectional study with random sampling. The KIDMED questionnaire was applied to assess adherence to the Mediterranean diet, classifying responses into three categories: very low-quality diet, need for dietary improvement, and optimal Mediterranean diet adherence. Descriptive statistics and Student's *t*-test were applied according to grade level and sex. **Results:** $n = 34$; males = 44%, females = 56%; mean age = 8.73 years; mean KIDMED score = 12.10. According to sex, optimal adherence was observed in 66.7% of males and 47.4% of females. By grade level, 33.3% of first graders required dietary improvement, 100% of third graders demonstrated optimal adherence, while 100% of sixth graders were classified as having a very low-quality diet. Student's *t*-test revealed significant differences by grade ($t(12) = 2.309$, $p = 0.040$) and sex ($t(12) = 2.739$, $p = 0.018$). **Conclusion:** Childhood obesity represents a major public health challenge in México. Reframing dietary habits from early childhood is crucial. The Mediterranean diet emerges as a valuable alternative for preventing obesity and related diseases. Its implementation in schools and households could contribute significantly to reducing childhood obesity and fostering healthier future generations.

Keywords: KIDMED questionnaire, Mediterranean diet, obesity, school.

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye un pilar fundamental en el crecimiento, desarrollo y bienestar integral de los niños. Durante la etapa escolar, los hábitos alimentarios que se adquieren pueden determinar, en gran medida, la calidad de vida futura, ya que inciden directamente en la prevención de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. En este contexto, la dieta mediterránea (DM) ha sido reconocida por la Organización Mundial de la Salud como uno de los patrones alimentarios más saludables del mundo (OMS, 2020).

La DM se basa en una alta ingesta de frutas frescas, verduras, legumbres, granos integrales, productos lácteos, pescado y aceite de oliva (que en ocasiones puede ser sustituido por mantequilla o margarina), una ingesta moderada de carne blanca, huevos y vino (en adultos), y una baja frecuencia de consumo de carnes rojas y alimentos ultra procesados. Diversos estudios han demostrado que la adherencia a este modelo alimentario está relacionada con una mejor salud metabólica, menor riesgo de obesidad y una mayor calidad de vida (Serra-Majem et al., 2004); sin embargo, en las últimas décadas se ha observado una disminución preocupante en la adherencia a la dieta mediterránea entre niños y adolescentes, incluso en países donde tradicionalmente formaba parte de su cultura alimentaria, esto se debe a la globalización de la industria alimentaria, la mayor disponibilidad de productos ultra procesados y los cambios en los estilos de vida han favorecido el abandono de este patrón alimentario, en favor de dietas más densas en calorías vacías, azúcares, grasas saturadas y aditivos, favoreciendo la aparición a temprana edad de enfermedades crónico degenerativas. (KIDMED Test, 2015). En América Latina, y particularmente en México, esta tendencia se ha reflejado en un alarmante aumento de la obesidad infantil. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), más del 37% de los niños en edad escolar presentan sobrepeso u obesidad, lo que representa un grave problema de salud pública (INSP, 2021).

El cual debe de atenderse desde los diversos entornos donde interactúa el niño, como lo es el entorno familiar y escolar ya que influyen profundamente en la alimentación infantil. Se ha demostrado que los hábitos alimentarios de los padres son determinantes en la formación del comportamiento alimentario de los hijos. Por tanto, las estrategias de salud pública deben ir más allá de la educación individual del niño, involucrando a toda la familia en el proceso de adopción de hábitos saludables; asimismo, la escuela puede funcionar como un espacio clave para implementar intervenciones efectivas, promoviendo el consumo de alimentos saludables a través de programas educativos, comedores con menús balanceados y actividades prácticas como huertos escolares o talleres de cocina, otros factores relevantes son el estilo de vida y los hábitos cotidianos. El sedentarismo, el tiempo excesivo frente a pantallas y una mala calidad del sueño han sido identificados como barreras para mantener una alimentación saludable estos aspectos influyen directamente en el tipo y la calidad de los alimentos que los niños consumen (Restrepo & Gallego, 2005).

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo analizar la adherencia a la dieta mediterránea en una población escolar, mediante el cuestionario KIDMED, y explorar los factores que inciden en sus hábitos alimentarios. Con ello, se busca aportar información útil para diseñar intervenciones efectivas que fomenten un estilo de vida saludable desde la infancia y contribuyan a prevenir enfermedades crónicas en el futuro.

2. MARCO CONCEPTUAL

La evidencia científica muestra que la dieta mediterránea se asocia con una mejor calidad nutricional en escolares y con menor riesgo de obesidad (Albuquerque et al., 2017; Bakırhan et al., 2023). Estos hallazgos respaldan nuestro tema de investigación, ya que permiten comparar los niveles de adherencia en estudiantes de primaria en Guadalajara con lo observado en otros países. Asimismo, estudios sobre intervenciones escolares han demostrado que la promoción de menús saludables y la educación nutricional pueden mejorar los hábitos alimentarios (Wolfenden et al., 2014; Seneviratne et al., 2021; Vega Ramírez, 2024), lo cual aporta evidencia para diseñar estrategias aplicables en nuestro contexto. Finalmente, investigaciones sobre prácticas de alimentación tempranas y factores como el cronotipo (Yang et al., 2023) nos ayudan a comprender variables que también influyen en el riesgo de obesidad infantil, fortaleciendo la relevancia de estudiar la adherencia a la dieta mediterránea en población escolar local.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de diseño descriptivo y transversal con el objetivo de evaluar la adherencia a la Dieta Mediterránea en escolares, la población estuvo conformada por estudiantes de una escuela primaria en Guadalajara Jalisco, con edades comprendidas entre 5 y 11 años. Se seleccionaron 34 estudiantes para una muestra de participantes de manera aleatoria asegurando representatividad dentro del grupo de estudio. El procedimiento consistió en la obtención del consentimiento informado de los padres o tutores, seguido de la aplicación del cuestionario KIDMED en un entorno controlado y con la supervisión de investigadores capacitados, se registraron datos sociodemográficos como edad, sexo y hábitos alimentarios, con el fin de contextualizar los resultados obtenidos, para la recolección de datos se utilizó el cuestionario KIDMED, una herramienta validada que mide el grado de adherencia a la Dieta Mediterránea en niños y adolescentes, en base a las 16 preguntas que contiene el cuestionario se suman los puntos obtenidos y clasificándola en dieta de muy baja calidad (≤ 3 pts), necesidad de mejorar el patrón alimentario (4-7 pts) y dieta mediterránea óptima (≥ 8 pts), determinando la adhesión a la dieta mediterránea. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el software SPSS, utilizando pruebas de estadística descriptiva para calcular frecuencias y porcentajes de adherencia a la Dieta Mediterránea. Adicionalmente se empleó la prueba estadística prueba T

student, según la naturaleza de los datos para evaluar la relación entre la adherencia a la dieta y las variables.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio incluyó a 34 estudiantes de primaria en Guadalajara, Jalisco, con edades entre 5 y 11 años. Se evaluó su adherencia a la dieta mediterránea utilizando el cuestionario KIDMED, y los resultados mostraron que la mayoría presentó una adherencia óptima, aunque un porcentaje relevante necesitaba mejorar sus hábitos alimentarios.

Tabla 1.

Distribución del cuestionario KIDMED según el sexo.

Sexo	KIDMED	Recuento	% dentro de sexo	% dentro KIDMED
Hombre	Necesidad de mejorar el patrón alimentario	5	33.3%	38.5%
	Dieta mediterránea óptima	10	66.7%	52.6%
Mujer	Dieta de muy baja calidad	2	10.5%	100%
	Necesidad de mejorar el patrón alimentario	8	42.1%	61.5%
	Dieta mediterránea óptima	9	47.4%	47.4%
Total		34	100%	100%

La Tabla 1 muestra la distribución del cuestionario KIDMED según el sexo. En el grupo de hombres, el 33.3% presentó necesidad de mejorar el patrón alimentario, mientras que el 66.7% presentó una dieta mediterránea óptima. Por otro lado, en el grupo de mujeres, el 10.5% presentó una dieta de muy baja calidad, el 42.1% mostró necesidad de mejorar el patrón alimentario y el 47.4% presentó una dieta mediterránea óptima. En términos generales, la mayoría de los participantes (52.6% de los hombres y 47.4% de las mujeres) mostraron una adherencia óptima a la dieta mediterránea.

Tabla 2.

Distribución del cuestionario KIDMED según el grado.

Grado	KIDMED	Recuento	% dentro de sexo	% dentro KIDMED
1°	Necesidad de mejorar el patrón alimentario	4	33.3%	30.8%
	Dieta mediterránea óptima	8	66.7%	42.1%
3°	Dieta mediterránea óptima	2	100 %	10.5%
6°	Dieta de muy baja calidad	2	10.0%	100%

Necesidad de mejorar el patrón alimentario	9	45.0%	69.2%
Dieta mediterránea óptima	9	45.0%	47.4%
Total	34	100%	100%

En la Tabla 2 se analiza la distribución del cuestionario KIDMED en función del grado escolar. En primer grado, el 33.3% de los estudiantes presentó necesidad de mejorar el patrón alimentario, y el 66.7% mostró una dieta mediterránea óptima. En tercer grado, el 100% presentó una dieta mediterránea óptima. En sexto grado, el 100% de los estudiantes mostró una dieta de muy baja calidad. Al considerar los grupos de mayor edad (tercero y sexto grado), se observó que el 45% presentaba necesidad de mejorar el patrón alimentario, mientras que otro 45% tenía una dieta mediterránea óptima.

Los resultados de la prueba t de Student muestran diferencias significativas entre el grupo con necesidad de mejorar el patrón alimentario y el grupo con dieta de muy baja calidad en las variables "Grado" y "Sexo". Para "Grado", $t(12) 2.309$, $p < 0.040$, con medias de 4.46 (DE 2.40) y 6.00 (DE 0.00) respectivamente. Para "Sexo", $t(12) 2.739$, $p < 0.018$, con medias de 1.62 (DE 0.51) y 2.00 (DE 0.00) respectivamente.

5. CONCLUSIONES

México se encuentra entre los primeros lugares a nivel mundial en obesidad infantil, una problemática que no solo afecta la salud actual de los niños, sino que también aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como diabetes tipo 2, hipertensión y problemas cardiovasculares en la vida adulta. Ante esta situación es fundamental replantear los hábitos alimentarios desde edades tempranas fomentando una cultura de alimentación equilibrada y consciente y la dieta mediterránea representa una alternativa adecuada, ya que se basa en el consumo de frutas, verduras, legumbres, cereales integrales, pescado, frutos secos y aceite de oliva, promoviendo un patrón nutricional variado y rico en nutrientes. Su implementación tanto en el hogar como en los programas de alimentación escolar puede contribuir de manera significativa a reducir los índices de obesidad infantil, al mismo tiempo que favorece el desarrollo físico, mental y social de los niños adoptar este estilo de vida desde la infancia no solo mejora la salud individual, sino que también fortalece la salud pública al formar generaciones más sanas, con mejores oportunidades de crecimiento y con un futuro menos propenso a enfermedades relacionadas con la mala alimentación.

REFERENCIAS

- Albuquerque, G., Severo, M., Oliveira, A., López, C., & Moreira, P. (2017). Adherencia a la dieta mediterránea en niños: ¿tiene coste económico? *Porto Biomedical Journal*, 2(5), 207–213.
- Bakırhan, H., Sönmez, D., Turan, E., & Acar Tek, N. (2023). La dieta mediterránea se asocia con una mejor salud gastrointestinal y calidad de vida, y una menor deficiencia de nutrientes en niños/adolescentes con discapacidades. *Frontiers in Public Health*, 11, 1177039. Bozkurt, O., Yıldız,
- Çelik, B., & Karacan, Y. (2024). Evaluación de las relaciones entre la alimentación consciente, las creencias ambientales, la adherencia a la dieta mediterránea y la obesidad en niños. *Turk Archives of Pediatrics*, 59(1), 12–19.
- Delgado-Floody, P., Caamaño-Navarrete, F., & Jerez-Mayorga, D. (2021). La salud social y psicológica de los niños está asociada a la adherencia a la dieta mediterránea, la aptitud cardiorrespiratoria y el estilo de vida. *Hospital de Nutrición*, 38(4), 243–250. FAO. (s. f.).

- García Cabrera, S., Herrera Fernández, N., Rodríguez Hernández, C., Nissensohn, M., Román-Viñas, B., & Serra-Majem, L. (2015). *KIDMED test; prevalencia de la baja adhesión a la dieta mediterránea en niños y adolescentes: revisión sistemática*. *Nutrición Hospitalaria*, 32(6). <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.6.9828> (scielo.isciii.es)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2021.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Obesidad y sobrepeso. Patra, E., Almiron-Roig, E., Montero-Simo, M. J., & Mora, R. (2023). Enfoque de intervenciones de alimentación saludable y sostenible en niños de edad escolar primaria: una revisión sistemática. *Nutrients*, 15(4), 982.
- Ramírez-Vélez, R., & Carrillo, H. A. (2019). Adherent to the Mediterranean diet in a sample of Colombian schoolchildren: an evaluation of the psychometric properties of the KIDMED questionnaire. *Nutrición Hospitalaria*, 36(3), 606–612.
- Restrepo, S., & Gallego, M. (2005). La familia y su papel en la formación de los hábitos alimentarios en el escolar: Un acercamiento a la cotidianidad. *Boletín de Antropología*, 19(36), 127–148. <https://doi.org/10.17533/udea.boan.6919>
- Serra-Majem, L., Ribas, L., Ngo, J., Ortega, R. M., García, A., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2004). Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutrition*, 7(7), 931–935.
- Vega-Ramírez, L. (2024). Explorando la influencia de un programa de actividad física y alimentación saludable en el bienestar infantil: un estudio comparativo en estudiantes de primaria. *Revista Mexicana de Educación Física y Deporte*, 32(1), 45–52.
- Velásquez, M. A., Gómez, L. M., & Ramírez, A. L. (s. f.). Circunferencia de cintura como indicador de riesgo. *Revista Colombiana de Nutrición*, 16(2), 115–122.
- Wolfenden, L., Wiggers, J., Campbell, E., & Rissel, C. (2014). Ensayo controlado aleatorio de una intervención para aumentar la implementación de una política de comedores saludables en escuelas primarias australianas. *Health Education Research*, 29(3), 385–396.
- Yang, Y., Kim, Y., & Lee, J. (2023). El cronotipo se asocia con conductas alimentarias, actividad física y sobrepeso en niños en edad escolar. *BMC Public Health*, 23, 1421.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-77>

APLICACIÓN DE DOLOMITA LOCAL PARA REMOCIÓN DE Pb^{2+} DE SOLUCIONES ACUOSAS

Iberra, Malena Sol

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Olavarría, Argentina
maleiberra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0828-8550>

Portela, Gisele

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET
Olavarría, Argentina
gportela@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7866-8209>

Gomez, Ornella Yanett

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET
Olavarría, Argentina
ornella.gomez@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6968-8362>

Tasca, Julia Elena

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET
Olavarría, Argentina
jtasca@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-5780>

Wagner, Claudia Cecilia

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET
Olavarría, Argentina
cwganer@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5109-4284>

RESUMEN

La contaminación de los recursos hídricos por metales pesados representa un desafío ambiental y sanitario de creciente relevancia, siendo el plomo uno de los contaminantes más críticos debido a su toxicidad y persistencia en el ambiente. En este contexto, el uso de minerales naturales como adsorbentes surge como una alternativa de bajo costo y sostenible. El presente trabajo evaluó la capacidad de una dolomita comercial proveniente de la zona de Olavarría, Buenos Aires, para remover iones Pb^{2+} en solución acuosa. La muestra fue caracterizada mediante difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), confirmando la presencia mayoritaria de dolomita con impurezas de cuarzo y calcita. Se realizaron ensayos de adsorción variando la concentración inicial de plomo en un rango de 300 a 700 mg/L, con condiciones controladas de pH, tiempo de contacto y concentración de

adsorbente. Los resultados mostraron que la capacidad de remoción aumenta con la concentración inicial de Pb^{2+} , alcanzando altos porcentajes de eliminación. El ajuste de los datos experimentales al modelo de isoterma de Langmuir indicó que el proceso ocurre sobre una monocapa con sitios activos homogéneos y afinidad uniforme hacia el plomo. Estos hallazgos confirman el potencial de la dolomita local como un material accesible y eficaz para el tratamiento de aguas contaminadas con plomo.

Palabras clave: Adsorción, Dolomita, Plomo.

ABSTRACT

The contamination of water resources by heavy metals is an increasing environmental and health challenge, with lead being one of the most critical pollutants due to its toxicity and persistence in the environment. In this context, the use of natural minerals as adsorbents emerges as a low-cost and sustainable alternative. This study evaluated the ability of a commercial dolomite from Olavarría, Buenos Aires, to remove Pb^{2+} ions from aqueous solution. The sample was characterized by X-ray diffraction (XRD) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), confirming the predominance of dolomite with minor quartz and calcite impurities. Adsorption experiments were performed by varying the initial lead concentration between 300 and 700 mg/L under controlled conditions of pH, contact time, and adsorbent dosage. Results showed that removal efficiency increased with the initial Pb^{2+} concentration, achieving high percentages of elimination. Experimental data fitted the Langmuir isotherm model, indicating that adsorption occurs in a monolayer on homogeneous active sites with uniform affinity for lead. These findings confirm the potential of local dolomite as an accessible and effective material for the treatment of lead-contaminated water.

Keywords: Adsorption, Dolomite, Lead.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida, pero su escasez y contaminación amenazan la salud humana y el equilibrio ambiental. En las últimas décadas, la presencia de metales en aguas naturales y residuales ha generado gran preocupación por su toxicidad, persistencia y bioacumulación (Uddin, 2017). Entre los más peligrosos están cadmio, arsénico, mercurio y, especialmente, plomo (Bhattacharyya & Gupta, 2008), cuya exposición prolongada provoca graves efectos neurológicos, renales y reproductivos, incluso a bajas concentraciones.

Se han desarrollado métodos químicos, físicos y biológicos para remover los metales mencionados, pero muchos son costosos o poco sostenibles, sobre todo en países en desarrollo. En este contexto, el uso de minerales naturales como materiales adsorbentes ha cobrado relevancia por su bajo costo, disponibilidad local y bajo impacto ambiental (Litter et al., 2010).

La dolomita —carbonato de calcio y magnesio— ha demostrado ser efectiva para remover metales tóxicos, como Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} y As^{3+} desde soluciones acuosas (Khoshraftar et al., 2023; Imen et al., 2019). Su efectividad depende de su composición mineralógica, granulometría, impurezas y las condiciones del ensayo de tratamiento, por lo que es necesario estudiar dolomitas locales bajo ensayos específicos. En Argentina existen importantes yacimientos; en Olavarría, área de influencia de la UNCPBA, se ubica el mayor del país (Zalba et al., 2010). Esta cercanía brinda una ventaja estratégica para desarrollar tecnologías de tratamiento viables y escalables.

En este marco, el presente trabajo evalúa la capacidad de una dolomita local de uso comercial, proveniente de Olavarría, para remover iones Pb^{2+} en condiciones experimentales controladas. Se parte del supuesto de que posee alta capacidad de adsorción de plomo, influida por pH, tiempo de contacto y concentración inicial. El estudio busca aportar evidencia sobre su potencial como adsorbente, con miras a su aplicación en tecnologías accesibles y sostenibles.

El objetivo general es determinar la efectividad de la dolomita local para remover Pb^{2+} en solución acuosa, explorando su potencial como material económico y accesible para tratar aguas contaminadas en la región.

2. MARCO CONCEPTUAL

Gruszecka-Kosowska et al. (2017) estudiaron la adsorción de Cd^{2+} , Pb^{2+} y Zn^{2+} con polvo de dolomita del sur de Polonia. Al variar el tiempo de contacto (45–180 min) y la concentración inicial (500–2000 mg/dm³), lograron remociones superiores al 97%.

Pehlivan et al. (2009) emplearon dolomita turca para remover Cu^{2+} y Pb^{2+} desde soluciones acuosas, modificando pH, cantidad de adsorbente y concentración inicial. En todos los casos, la dolomita mostró buena capacidad de remoción, influida sobre todo por el pH y la concentración del adsorbato.

Khoshraftar et al. (2023), en su recopilación bibliográfica, señalaron que la capacidad de la dolomita depende de su composición y de las condiciones experimentales.

En conjunto, estos estudios muestran que la dolomita es efectiva como adsorbente de metales tóxicos, incluido Pb^{2+} , dependiendo su eficiencia del pH, tiempo de contacto, temperatura, concentración inicial y, especialmente, de la composición del material. La capacidad adsorbente varía según el origen geológico y las condiciones experimentales. Por ello, resulta esencial caracterizar la dolomita local disponible en la región de influencia de la UNCPBA, para determinar su potencial en la remoción de Pb^{2+} y su aplicabilidad real en el tratamiento de aguas contaminadas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO, DISEÑO Y ALCANCE DE LAS INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se llevó adelante una investigación del tipo experimental, mixta y exploratoria, con el objetivo de evaluar la utilización de una dolomita local comercial para remover plomo desde soluciones acuosas.

3.2 MATERIALES

Se utilizó dolomita en una fracción $\leq 125 \mu m$, provista por la empresa Polysan S.A. (Polysan M.R., Sierras Bayas, BS. AS., Argentina).

Se preparó una solución estándar de Pb^{+2} (2000 mg/L) a partir de disolver $Pb(NO_3)_2$ para análisis (Baker) en agua bidestilada.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA DOLOMITA NATURAL

El análisis químico de la dolomita utilizada fue realizado por Grasselli (2010) que indicó un 81,55% de pureza, siendo sus principales impurezas SiO_2 , Fe_2O_3 y K_2O .

La identificación de las fases mineralógicas se realizó por Difracción de Rayos X (DRX). Los difractogramas se obtuvieron con un difractómetro PANalytical X Pert Pro, con radiación $Cu K\alpha$ operando a 40 kV y 30 mA.

La espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) fue utilizada para obtener el espectro característico de la dolomita con un espectrofotómetro Nicolet (Magna-IR 550) utilizando la técnica de pellet con KBr como diluyente (Merck, Alemania), escaneando las muestras 32 veces entre 4000 y 250 cm^{-1} y una resolución de 4 cm^{-1} .

3.4 ESTUDIOS DE ADSORCIÓN

Se estudió el efecto de la concentración inicial de Pb^{+2} sobre la capacidad de remoción de la dolomita, variando la concentración inicial entre 300 - 700 mg/L (C_0). Se colocaron 100 ml de solución en un Erlenmeyer con 2 g/L de dolomita y se agitó por tres horas (agitador de Kline Viking) a temperatura ambiente y pH 5. La mezcla se decantó y se filtró, determinando la cantidad remanente de Pb^{2+} por absorción atómica (Thermo iCE 3000).

El proceso de adsorción se estudió con el modelo de isoterma de Langmuir, ampliamente utilizado en adsorción de metales sobre superficies de minerales. Este modelo considera una adsorción en monocapa suponiendo que todas las posiciones son equivalentes y que la

capacidad de una partícula para unirse a la superficie es independiente de si hay o no posiciones próximas ocupadas (Qiu et al., 2015). La expresión matemática lineal (Ec. 1) de la isoterma de Langmuir se presenta a continuación (Gruszecka-Kosowska et al., 2017):

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{b \cdot Q_m} - \left(\frac{1}{Q_m}\right) * C_e \quad \text{Ec. 1}$$

Siendo q_e la cantidad de iones metálicos adsorbidos por unidad de masa de adsorbente en el equilibrio (mg/g), C_e la concentración en el equilibrio de los iones metálicos en el seno de la solución (mg/l), Q_m la capacidad máxima de adsorción de la monocapa (mg/g) y b la constante de la isoterma de Langmuir relacionada con la energía de adsorción (l/mg). Las constantes de Langmuir pueden calcularse a partir de la ordenada al origen y la pendiente del gráfico C_e/q_e vs C_e .

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

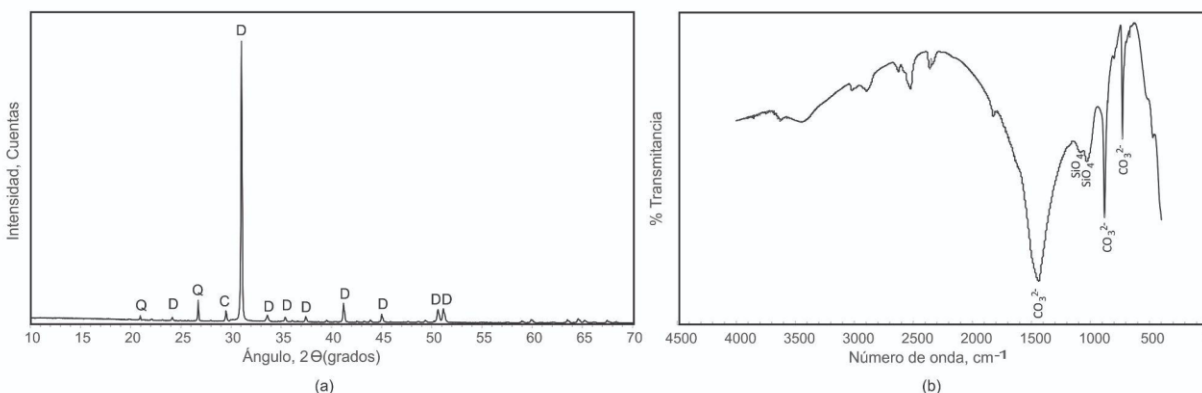
4.1 CARACTERIZACIÓN DE DOLOMITA NATURAL

En el difractograma de la Figura 1(a) se observa que la muestra tiene picos asignados al mineral dolomita (D), y picos de baja intensidad asignados a las fases cuarzo (Q) y calcita (C).

El espectro FTIR de la Figura 1(b), muestra las bandas características del mineral dolomita, atribuidas a los grupos carbonato (CO_3^{2-}) en longitudes de onda de 729 cm^{-1} , 879 cm^{-1} y 1440 cm^{-1} . Las bandas de la calcita (714 cm^{-1} , 878 cm^{-1} y 1428 cm^{-1}) no se distinguen porque se encuentran en longitudes de onda semejantes a las de la dolomita, mineral mayoritario. Sí se identifican bandas asociadas al cuarzo (SiO_4) en longitudes de onda de 1040 cm^{-1} y 1130 cm^{-1} (Graselli, 2010).

Figura 1.

Caracterización estructural de la dolomita



Nota. (a) DRX. Intensidad en cuentas en función de la posición 2θ ; (b) FTIR. Transmitancia en función del número de onda. Fuente. Elaboración propia.

4.2 ESTUDIOS DE ADSORCIÓN

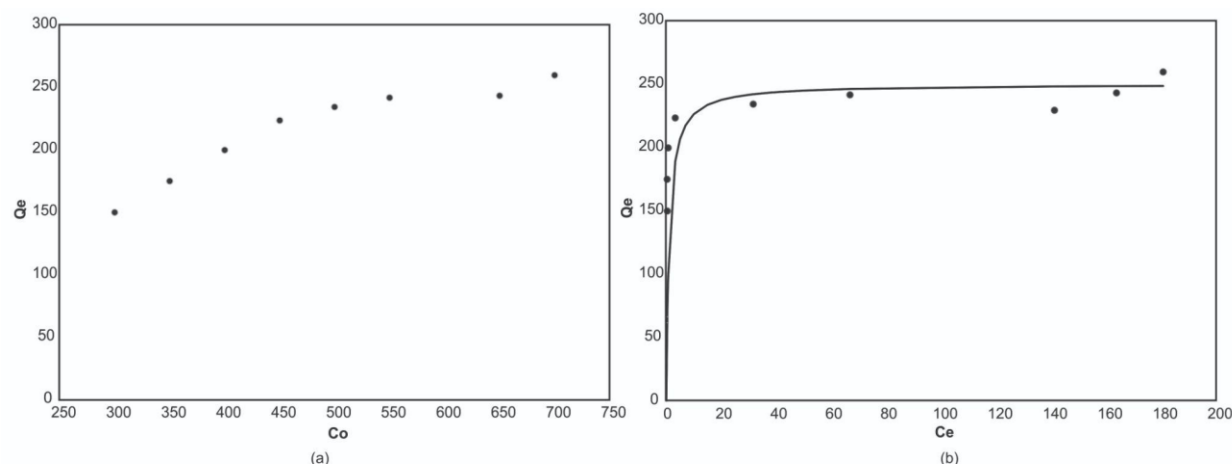
Los ensayos de adsorción mostraron que la cantidad adsorbida de Pb^{2+} aumenta con la concentración inicial hasta un valor máximo (Fig. 2a). Irani et al. (2011) atribuyen este comportamiento al mayor número de iones disponibles para los sitios activos, que al saturarse limitan la capacidad de adsorción.

La eficiencia se determinó a partir del porcentaje de adsorción $((C_0 - C_e)/C_0 \cdot 100)$ para las concentraciones iniciales de Pb^{2+} (Joseph et al., 2020). Este porcentaje disminuyó de 99,90 a 74,18% al aumentar la concentración, indicando menor disponibilidad de sitios activos.

Los datos se ajustaron a la isoterma de Langmuir (Fig. 2b), obteniendo una capacidad máxima (Q_m) de 250 mg/g y constante $b = 0,95$ L/mg ($R^2 = 0,9957$). La capacidad obtenida supera ampliamente valores reportados por otros autores (Khoshraftar et al., 2023; Irani et al., 2011; Pehlivan et al., 2009), lo que indicaría que la dolomita local posee gran potencial para remover Pb^{2+} de soluciones acuosas. El ajuste al modelo de Langmuir sugiere que la adsorción ocurre en monocapa con sitios localizados, equivalentes y de afinidad uniforme hacia el Pb^{2+} .

Figura 2.

Estudio del proceso de adsorción



Nota. (a) Efecto de la concentración inicial de plomo. Cantidad adsorbida de Pb^{2+} por unidad de masa de adsorbente (mg/g) (Q_e) vs. Concentración inicial de Pb^{2+} (mg/L) (C_o); b) Estudio del proceso de adsorción. Cantidad adsorbida de Pb^{2+} por unidad de masa de adsorbente (mg/g) (Q_e) vs concentración en el equilibrio de los iones metálicos en el seno de la solución (mg/l) (C_e) (puntos) y ajuste de isoterma de Langmuir (línea continua). Fuente. Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluó la efectividad de la dolomita local en la remoción de Pb^{2+} de soluciones acuosas, explorando su potencial como material económico y accesible para el tratamiento de aguas contaminadas en la región. La dolomita mostró alta capacidad de remoción (74,18–99,90%), y la cantidad adsorbida aumentó con la concentración inicial del ion. El proceso se ajustó al modelo de isoterma de Langmuir, indicando adsorción en monocapa sobre sitios definidos, equivalentes y con energía uniforme, todos con igual afinidad hacia el Pb^{2+} . Estudios futuros permitirán determinar su capacidad de adsorción en matrices reales

REFERENCIAS

- Bhattacharyya, K.G., Sen Gupta, S. (2008). Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review. *Advances in Colloid and Interface Science* 140, 114–131.
<https://doi.org/10.1016/j.cis.2007.12.008>
- Graselli, M.C. (2010). Ventajas y desventajas de utilizar dolomitas de la zona de inserción del proyecto en la síntesis de materiales con propiedades refractarias, con referencias a las fases formadas. Trabajo final para Especialista en Industria Cerámica Orientación Procesos, Buenos Aires.
- Gruszecka-Kosowska, A., Baran, P., Wdowin, M., Franus, W. (2017). Waste dolomite powder as an adsorbent of Cd, Pb(II), and Zn from aqueous solutions. *Environmental Earth Science*, 76, 521.

- <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6854-8>
Imen, Z., Hassani, A.H., Borghaee, S.M. (2019). Comparison of the effectiveness of natural dolomite and modified dolomite in the removal of heavy metals from aqueous solutions. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 7, 61-74.
<https://doi.org/10.22102/jaehr.2019.148713.1102>
Irani M., Amjadi M., Mousaviana M.A. (2011). Comparative study of lead sorption onto natural perlite, dolomite and diatomite. *Chemical Engineering Journal*, 178, 317-323.
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.10.011>
Joseph, I.V., Tosheva, L., Doyle, A.M. (2020). Simultaneous removal of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II), and Zn(II) ions from aqueous solutions via adsorption on FAU-type zeolites prepared from coal fly ash. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8, 103895.
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103895>
Khoshraftar, Z., Masoumi, H., Ghaemi, A. (2023). An insight into the potential of dolomite powder as a sorbent in the elimination of heavy metals: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7, 100276.
<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100276>
Litter, M.I., Shancha, A.M y Ingallinella, A.M. (2010). Tecnologías económicas para el abatimiento de arsénico en aguas. Programas iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Ed. CYTED, Buenos Aires.
https://www.researchgate.net/publication/292257365_Tecnologias_economicas_para_el_abatimiento_de_arsenico_en_aguas
Pehlivana, E., Özkanb, A.M., Dinc, S., Parlayici, S. (2009). Adsorption of Cu²⁺ and Pb²⁺ ion on dolomite powder. *Journal of Hazardous Materials*, 167, 1044–1049.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.01.096>
Qiu G., Xie Q., Liu H., Chen T., Xie J., Li H. (2015). Removal of Cu(II) from aqueous solutions using dolomite–palygorskite clay: Performance and mechanisms. *Applied Clay Science*, 118, 107-115.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2015.09.008>
Uddin, M.K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, 308, 438–462.
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.09.029>
Zalba, P.E., Morosi, M., Conconi, M.S., Segovia, L. (2010). Arcillas de Tandilia. Geología, mineralogía y propiedades tecnológicas. Ed. Universitaria de La Plata, La Plata.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-78>

FACTORES QUE DETERMINAN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER, TERCER Y SEXTO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CONTADURÍA EN UNA UNIVERSIDAD PRIVADA EN GUADALAJARA, JALISCO.

Preciado Pérez Samantha Michelle

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México
021230026@alumnos.uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7885-9711>

Fernández Ruvalcaba Andrea Gabriela

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México
071180435@alumnos.uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1551-5944>

Jiménez Naves Emilio

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Guadalajara México
003190092@alumnos.uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8399-4034>

Estrada Contreras Karla Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México
kestrada@uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

Introducción: La etapa universitaria constituye un periodo decisivo en la formación de hábitos alimentarios, donde la carga académica, el tiempo limitado, las restricciones económicas y la escasa formación nutricional favorecen conductas inadecuadas que repercuten negativamente en la salud y el bienestar estudiantil. Objetivo: Determinar los factores que establecen hábitos alimentarios de los estudiantes universitarios de contaduría en una universidad privada. Material y Métodos: Estudio descriptivo-transversal y correlacional. Muestra a conveniencia. Instrumento: Cuestionario de factores sobre hábitos alimentarios, donde influencia negativa (F1.Economico <2 ptos, F2.Social <4 ptos, F3.Cultural <8 ptos, F4.Academico <4 ptos), aplicado mediante google forms. Análisis estadísticos descriptivos y correlación de Spearman. Resultados: n51, 51% hombres, 49% mujeres, medias: 20.79 años (D.E. 1.60), rango 18-25 años. Se presento una influencia positiva para los factores económico (11.34%), culturales (40%), sociales (25.71%) y académicos (22.85%) predominantemente en el grupo de 20-24 años, lo que sugiere que en

esta etapa, las limitaciones económicas tienen menor peso. Se observó correlación positiva moderada significativa entre la edad y grado académico (ρ 0.438), entre la interpretación cultural y académica (ρ 0.566) así como una correlación negativa baja significativa entre edad e interpretación cultural (ρ -0.366). Conclusión: Los hallazgos muestran que los hábitos alimentarios de los estudiantes no dependen únicamente de elecciones individuales, sino que se encuentran determinados principalmente por factores culturales, seguidos de los sociales y académicos, los cuales en conjunto moldean sus prácticas de alimentación, mientras que los económicos determinan sus posibilidades de mantener un estilo de vida saludable.

Palabras clave: Estudiantes universitarios, factores culturales, factores económicos, factores socioeconómicos, hábitos alimentarios.

ABSTRACT

Introduction: The university stage constitutes a decisive period for the formation of eating habits, where academic workload, limited time, economic restrictions, and insufficient nutritional education often lead to inadequate behaviors that negatively affect students' health and well-being. **Objective:** To determine the factors influencing the eating habits of accounting students at a private university. **Materials and Methods:** Descriptive, cross-sectional, and correlational study. Convenience sampling was used. Instrument: Questionnaire on factors associated with eating habits, where negative influence was defined as F1. Economic <2 points, F2. Social <4 points, F3. Cultural <8 points, and F4. Academic <4 points, administered through Google Forms. Statistical analysis included descriptive statistics and Spearman correlation. **Results:** n51; 51% male, 49% female; mean age = 20.79 years (SD = 1.60), range 18–25 years. Positive influence was observed for economic (11.34%), cultural (40%), social (25.71%), and academic (22.85%) factors, predominantly among the 20–24 age group, suggesting that economic limitations carry less weight at this stage. A significant moderate positive correlation was found between age and academic level (ρ = 0.438), as well as between cultural and academic interpretation (ρ = 0.566). A significant low negative correlation was observed between age and cultural interpretation (ρ = -0.366). **Conclusion:** The findings indicate that the eating habits of university students are not solely determined by individual choices, but are primarily shaped by cultural factors, followed by social and academic ones, which together influence their dietary practices. In contrast, economic factors play a more determinant role in defining students' ability to sustain a healthy lifestyle.

Keywords: Cultural factors, dietary habits, economic factors, socioeconomic factors, university students.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la alimentación ha pasado de ser una necesidad biológica a convertirse en un fenómeno profundamente condicionado por factores sociales, culturales, económicas y psicológicos. En el plano social, influyen las dinámicas con amigos y familiares que moldean las elecciones de alimentos; en el cultural, las tradiciones y tendencias actuales definen lo que se considera aceptable o deseable consumir; en el económico, el poder adquisitivo determina la calidad y variedad de los alimentos a los que se accede; y en el psicológico, el estrés y la presión académica impactan en el apetito y en la organización de los horarios de comida. En conjunto, estos factores explican por qué, aun con conocimientos sobre alimentación saludable, los estudiantes enfrentan barreras que dificultan mantener prácticas adecuadas de forma constante.

La etapa universitaria, por sus características particulares, representa un momento clave en la formación de hábitos alimentarios. es durante esta fase que muchos jóvenes, por primera vez, asumen la responsabilidad de sus decisiones cotidianas, entre ellas, la manera en que se alimentan sin embargo, este nuevo nivel de autonomía no siempre se acompaña de una

adecuada formación o conciencia sobre la importancia de una dieta equilibrada, lo que da lugar a prácticas alimenticias deficientes que, con el tiempo, pueden generar consecuencias en la salud física, emocional y académica.

Investigaciones realizadas en universidades en Latinoamérica han demostrado que los estudiantes universitarios presentan una serie de patrones alimenticios poco saludables, entre los que se incluyen el consumo excesivo de alimentos procesados, el alto consumo de bebidas azucaradas, la omisión de comidas (especialmente el desayuno), la baja ingesta de frutas y verduras, y la preferencia por alimentos de bajo valor nutricional debido a su bajo costo o fácil acceso. Estas prácticas alimentarias están directamente relacionadas con el desarrollo de enfermedades no transmisibles como la obesidad, la hipertensión, la diabetes tipo 2 y diversas alteraciones metabólicas. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), tres de los siete principales factores de riesgo de mortalidad prematura están asociados directamente con la alimentación inadecuada. En el contexto mexicano, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 ha documentado un preocupante aumento del 41% en los índices de sobrepeso y obesidad entre la población joven; lo alarmante es que esta problemática no solo se presenta con relación a la edad, sino también en el factor académico, donde se esperaría un mayor nivel académico, mayor nivel de conciencia respecto a los hábitos saludables. Este dato cuestiona la idea de que el conocimiento es por sí solo suficiente para garantizar prácticas de autocuidado, y nos obliga a considerar otros factores que pueden estar incidiendo en los hábitos alimentarios de los estudiantes universitarios (Maza-Ávila et al., 2022; Sosa, 2019).

El presente estudio se enfoca específicamente en los estudiantes de la carrera de Contaduría de una universidad privada en Guadalajara, Jalisco. Esta población, aunque representa una parte considerable del estudiantado universitario, ha sido poco atendida en investigaciones relacionadas con la salud alimentaria. A diferencia de los estudiantes de carreras afines a la salud, los futuros contadores no reciben formación sobre nutrición, estilos de vida saludables o autocuidado, lo que los coloca en una posición de vulnerabilidad frente a la desinformación y a la adopción de prácticas poco saludables además, la exigencia académica, los horarios extendidos y el estrés que genera su formación pueden influir en sus decisiones alimentarias, privilegiando la rapidez, la accesibilidad y el bajo costo sobre la calidad nutricional.

Este trabajo se propone analizar los factores que influyen en la formación de los hábitos alimentarios de estudiantes de primer, tercer y sexto semestre de la carrera de Contaduría. El estudio parte de la hipótesis de que estos hábitos están determinados por una combinación de factores económicos, sociales, culturales y personales, y no únicamente por el conocimiento sobre nutrición.

Desde una perspectiva social y educativa, esta investigación se justifica plenamente. Los resultados podrán ser utilizados por las instituciones educativas como base para implementar programas de promoción de la salud alimentaria, adaptados a las necesidades específicas de estudiantes de carreras no relacionadas con la salud asimismo, permitirá reflexionar sobre la necesidad de incluir contenidos de bienestar integral en todos los planes de estudio, promoviendo una formación universitaria más humana, consciente y saludable, con el fin de fomentar estilos de vida más saludables y sostenibles entre los futuros profesionales del país (Secretaría de Salud, 2005 Schnettler et al., 2013; WHO et al., 2025).

2. MARCO CONCEPTUAL

Investigaciones previas como la de Callisaya (2016), quien analizó los hábitos alimentarios de riesgo nutricional en estudiantes universitarios en Bolivia; Tapasco Ayala (2022), quien exploró los factores subjetivos que influyen en la alimentación universitaria; y el estudio de Duarte-Cuervo et al. (2015), que identificó los factores relacionados con las prácticas alimentarias en universidades de Bogotá, destacando la influencia del entorno, el tiempo disponible, los recursos económicos, y los vínculos sociales, así como la de la Universidad Metropolitana (Barranquilla)

que aportó una visión contextual distinta al provenir de otra región del país, lo que enriqueció la comparación y permitió identificar semejanzas y diferencias entre estudiantes costeños y bogotanos en cuanto a preferencias alimentarias, recursos económicos y disponibilidad de alimentos por su parte, la Universidad del Rosario (Bogotá) facilitó la participación de estudiantes de diferentes programas académicos, lo que permitió analizar cómo la carga horaria y las demandas específicas de cada carrera inciden en la organización de los tiempos de comida y en las decisiones alimentarias cotidianas.

El estudio realizado por Duarte et al (2015) destacó por su aporte en cuanto a la diversidad cultural y socioeconómica de sus estudiantes; gracias a ello fue posible observar cómo los factores económicos y culturales se entrelazan en la construcción de los hábitos alimentarios y cómo estas diferencias influyen en la calidad de la dieta, además de analizar el rol de los vínculos sociales. Enfatizando la influencia de amigos y familiares en la selección de alimentos, así como la preferencia por la comida casera frente a las opciones rápidas, evidenciando la relevancia del entorno inmediato en las decisiones de consumo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo-transversal correlacional, muestreo aleatorio simple con alumnos de contaduría de primero, tercero y sexto semestre. Se aplicó el cuestionario validado para identificar los factores que determinan los hábitos alimentarios mediante Google Forms, previo consentimiento informado, el cual se divide en seis factores con 41 preguntas: F1.Económico. 4 preguntas, incluyendo datos socio demográficos, F2.Social. 7 preguntas, F3.Cultural. 14 preguntas y F4.Académico. 7 preguntas; para su interpretación se consideró influencia negativa (F1.Económico <2 puntos, F2.Social <4 puntos, F3.Cultural <8 puntos, F4.Académico <4 puntos). Análisis estadísticos descriptivos y correlación de Spearman.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra estuvo conformada por 51 estudiantes de la carrera de Contaduría de una universidad privada en Guadalajara, específicamente de los semestres primero, tercero y sexto. Del total de participantes, el 51% fueron hombres y el 49% mujeres, lo cual permitió una representación equilibrada entre ambos géneros.

Al analizar los factores evaluados económico (11.34%), cultural (40%), social (25.71%) y académico (22.85%), se encontró que en todos predominan las percepciones positivas sobre las negativas, concentrándose principalmente en el grupo de 20 a 24 años.

Con la rho de Spearman se permitió identificar asociaciones relevantes. Para la relación entre edad y grado académico mostró una correlación positiva moderada (rho 0.438), lo que significa que, conforme aumenta la edad, es más probable que los estudiantes se encuentren en semestre avanzados. Esto puede influir en los hábitos alimentarios, ya que los estudiantes de mayor edad tienden a cocinar más en casa, administrar de manera distinta sus gastos en comida o priorizar opciones prácticas por la falta de tiempo.

Por otra parte, la relación entre edad e interpretación cultural presentó una correlación negativa baja (rho -0.366), lo que sugiere que los estudiantes más jóvenes muestran menor interés por aspectos culturales que los de mayor edad. En el factor de la alimentación, esto podría traducirse en una mayor disposición de los jóvenes a experimentar con tendencias emergentes, como el

veganismo o la comida internacional, mientras que los mayores suelen mantener prácticas más tradicionales.

El análisis reveló una correlación positiva moderada entre interpretación cultural e interpretación académica ($\rho = 0.566$). Esto indica que, a medida que los estudiantes desarrollan mayor sensibilidad cultural, también tienden a valorar más los aspectos académicos, lo cual podría repercutir en una actitud más crítica y consciente hacia la alimentación.

5. CONCLUSIONES

Los hábitos alimentarios de los estudiantes no dependen únicamente de elecciones individuales, sino que se encuentran determinados principalmente por factores culturales, seguidos de los sociales y académicos, los cuales en conjunto moldean sus prácticas de alimentación, mientras que los económicos determinan sus posibilidades de mantener un estilo de vida saludable.

Los hallazgos confirman que los factores socioeconómicos, sociales, culturales y académicos inciden significativamente en la selección, frecuencia y calidad de los alimentos consumidos, generando patrones con impacto en la salud física, emocional y el rendimiento académico. Este estudio aporta información útil para diseñar programas de promoción de la salud alimentaria en universidades, con estrategias de orientación nutricional, apoyo psicoeducativo y campañas de concientización, especialmente dirigidas a estudiantes de primeros semestres. Al contrastar los resultados con otras investigaciones, se identificaron coincidencias: Duarte-Cuervo et al. (2015) destacan el costo, la disponibilidad y el tiempo como determinantes; Tapasco Ayala (2022) resalta la influencia del estrés académico y la familia; y Callisaya (2016) evidencia cómo las limitaciones económicas restringen la calidad de la dieta. La relevancia del tema se sustenta en que la etapa universitaria es clave para consolidar hábitos que perdurarán en la adultez; de no ser saludables, aumentan el riesgo de enfermedades crónicas como obesidad, diabetes o cardiovasculares (OMS, 2024). Por ello, se recomienda continuar con investigaciones, idealmente longitudinales, que permitan analizar la evolución de los hábitos alimentarios a lo largo de la formación universitaria.

REFERENCIAS

- Callisaya, M. (2016). Hábitos alimentarios de riesgo nutricional en estudiantes de primer año de la carrera Ciencias de la Educación en la Universidad Mayor de San Andrés de la Ciudad de La Paz (p. 29). [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés].
- Duarte-Cuervo, Clara Y, Ramos-Caballero, Diana M, Latorre-Guapo, Ángela C, & González-Robayo, Pedro N. (2015). Factores relacionados con las prácticas alimentarias de estudiantes de tres universidades de Bogotá. *Revista de Salud Pública*, 17(6), 925-937. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n6.38368>
- Maza-Ávila, F. J., Caneda-Bermejo, M. C., & Vivas-Castillo, A. C. (2022). Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios: Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente*, 25(47), 110–140. <https://doi.org/10.17081/psico.25.47.4530>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). Informe sobre los factores de riesgo para la salud. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

- Schnettler, B., Denegri, M., Miranda, H., Sepúlveda, J., Orellana, L., Paiva, G., & Grunert, K. G. (2013). Hábitos alimentarios y bienestar subjetivo en estudiantes universitarios del sur de Chile. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 2221–2228.
- Secretaría de Salud. (2005). NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. El Plato del Bien Comer. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html>
- Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M. A., ... & Rivera-Dommarco, J. A. (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19: Resultados nacionales. *Salud Pública de México*, 63(6), 692-701. <https://doi.org/10.21149/12829>
- Sosa Flores, A. (2019). Hábitos alimentarios y estado nutricional en estudiantes universitarios [Tesis de licenciatura] (pp. 19–21). Universidad Autónoma de Sinaloa. <http://medicinavirtual.uas.edu.mx/mdcs/recursos/tesis/2019/12.pdf>
- Tapasco D. (2022). Factores subjetivos que influyen en los hábitos de alimentación de los estudiantes universitarios. Trabajo de grado profesional Universidad de Antioquia. Repositorio institucional Universidad de Antioquia. <http://biblioteca.digital.udea>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-79>

IMPACTO Y RELACIÓN DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD CON LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES EN ADULTOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Méndez Núñez, Rayneida

Investigador Adjunto Centro de investigación Dr. Hugo Mendoza
Santo Domingo, República Dominicana

rayneidamendez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3720-0474>

Alcántara Cruz, Koralis Eneroliza

Médico Preinterna de la Universidad Tecnológica de Santiago
Santo Domingo, República Dominicana

Koralisalcantara@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0773-4601>

RESUMEN

El sobrepeso y la obesidad, junto con las enfermedades no transmisibles, cada día son más comunes, debido a su asociación como comorbilidades. Cada año la cantidad de nuevos casos de sobrepeso y obesidad en la República Dominicana son alarmantes, debido al impacto social, económico y psicosocial. Esta investigación se realiza con el objetivo principal de determinar el impacto y relación del sobrepeso y la obesidad con las enfermedades crónicas no transmisibles en adultos en la República Dominicana. Es un estudio observacional, de corte transversal, con datos cuantitativos descriptivo, con enfoque retrospectivo, caracterizando el impacto y relación del sobrepeso y la obesidad con las enfermedades crónicas no transmisibles en adultos en el país. La cantidad de adultos con índice de masa corporal alto en 2025 es aproximadamente de 68%, dentro de las enfermedades no transmisibles asociadas a sobrepeso y obesidad destacan: diabetes mellitus tipo 2, eventos cerebrovasculares, cardiopatía isquémica, cáncer, hipertensión arterial. Esta asociación conlleva a un peor pronóstico. La tendencia al aumento del sobrepeso y la obesidad en hombres como mujeres, siendo las mujeres las más afectadas. A su vez dentro de las enfermedades crónicas no transmisibles como son la hipertensión arterial, diabetes mellitus, elevación del colesterol en aumento en la cantidad de casos. Se deben fomentar a través de políticas públicas medidas que contribuyan a la prevención, diagnóstico y tratamiento.

Palabras clave: enfermedades no transmisibles, obesidad, sobrepeso.

ABSTRACT

Overweight and obesity, along with non-communicable diseases, are becoming increasingly common due to their association as comorbidities. Each year, the number of new cases of overweight and obesity in the Dominican Republic is alarming due to the social, economic, and psychosocial impact. This research is conducted with the primary objective of determining the impact and relationship of overweight and obesity with chronic non-communicable diseases in adults in the Dominican Republic. This is an observational, cross-sectional study with descriptive quantitative data and a retrospective approach, characterizing the impact and relationship of overweight and obesity with chronic non-communicable diseases in adults in the country. The

number of adults with a high body mass index in 2025 is approximately 68%. Non-communicable diseases associated with overweight and obesity include type 2 diabetes mellitus, cerebrovascular events, ischemic heart disease, cancer, and high blood pressure. This association leads to a worse prognosis. The increasing trend of overweight and obesity in both men and women, with women being the most affected. At the same time, among chronic non-communicable diseases such as high blood pressure, diabetes mellitus, and high cholesterol, the number of cases is increasing. Measures that contribute to prevention, diagnosis, and treatment should be promoted through public policies.

Keywords: non-communicable diseases, obesity, overweight.

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad se define como la acumulación excesiva de tejido adiposo en relación con el peso que puede afectar la salud. Esta acumulación excesiva de tejido adiposo se acompaña de una inflamación sistémica crónica leve.

Las enfermedades no transmisibles, son de larga duración y son el resultado de una combinación de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y de comportamiento. Las principales son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes.

El mencionar sobrepeso y obesidad junto con las enfermedades no transmisibles cada día es más común, debido a su asociación como comorbilidades. Cada año la cantidad de nuevos casos de sobrepeso y obesidad en la República Dominicana son alarmantes, debido al impacto social, económico y psicosocial. Por lo cual en esta investigación se realiza con el objetivo principal de determinar el impacto y relación del sobrepeso y la obesidad con las enfermedades crónicas no transmisibles en adultos en la República Dominicana.

2. MARCO CONCEPTUAL

Luje Pozo (2025) resalta lo significativo del control de peso para prevenir y disminuir las enfermedades no transmisibles, tomando en cuenta lo importante que políticas de salud pública que indiquen las intervenciones para optimizar los resultados en la prevención y manejo de estas enfermedades.

Zavala-Hoppe et al. (2024) concluyeron en su estudio que la obesidad, como el sobrepeso son afectaciones asociadas a múltiples factores de riesgo, destacando la necesidad de medidas gubernamentales que regulen aspectos como la publicidad de alimentos no saludables.

Guadarrama et al. (2022) en su estudio el 37.5% de la muestra presentó alguna enfermedad crónica, destacando la obesidad, diabetes mellitus e hipertensión arterial sistémica. Siendo las mujeres las más afectadas en la calidad de vida debido al peso.

Barrutia et al. (2021) en su estudio concluyeron que al exceso de peso afectar al sistema inmunológico predispone a desarrollar y contraer enfermedades no transmisibles.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional, de corte transversal, con datos cuantitativos descriptivo, con enfoque retrospectivo, de fuente secundaria, caracterizando Impacto y relación del Sobrepeso y la obesidad con las enfermedades crónicas no transmisibles en adultos en la República Dominicana. La base de datos fue el atlas mundial de obesidad 2025 y los datos obtenidos en la primera jornada nacional de hipertensión arterial: prevención de diabetes y obesidad en República Dominicana. Se estudiaron las variables de sexo, edad, índice de masa

corporal (IMC). Los datos fueron exportados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 para ser verificados y se presentan apoyados en gráficos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de lo expuesto en el atlas mundial de obesidad en la República Dominicana la cantidad de adultos con índice de masa corporal alto en 2025 es de un aproximado de 68%, mientras que la cantidad de personas con obesidad corresponde a un 32%. Comparándolo con Chile que se encuentra en un IMC de 83%, siendo de los más altos de latinoamérica.

El IMC (**ver tabla 1 y 2**) en la población adulta se puede observar que el sexo que se ve más afectado son las mujeres incluyendo en la proyección al 2030, lo cual corresponde con otros países donde éste el sexo femenino es el más afectado. Una de las razones por la que el sexo femenino a lo largo de la vida es más afectado está favorecido por razones de tipo hormonal y genético, aumento progresivo de peso en los embarazos y su ganancia con la menopausia, sumado a esto la proporción de adultos con actividad física insuficiente es aproximadamente 30-40%.

Tabla 1

Población adulta masculina que vive con IMC alto estimada en 2010, 2015 y proyectada a 230 (en miles)

IMC (kg/m2)	2010	2015	2030
25-<30	940	1080	1430
30-<35	360	460	820
35+	120	150	310
Todo IMC alto	1420	1690	2560

Fuente: Atlas mundial de obesidad 2025

Tabla 2

Población adulta femenina que vive con IMC alto estimada en 2010, 2015 y proyectada a 230 (en miles)

IMC (kg/m2)	2010	2015	2030
25-<30	980	110	1450
30-<35	520	630	970
35+	270	370	800
Todo IMC alto	1760	2110	3210

Fuente: Atlas mundial de obesidad 2025

En el Informe de resultados de la primera jornada nacional de hipertensión arterial: prevención de diabetes y obesidad en República Dominicana 2021; participaron 6,514 adultos, de los que el 36.5% tenía sobrepeso. Ese porcentaje, sumado al 33.6% que estaba en obesidad, lleva a un 70.1% del total en sobrepeso-obesidad. También se encontró que el 36.1% tenía hipertensión, el 14.2% diabetes y un 11.4% colesterol elevado.

Dentro de las enfermedades no transmisibles asociadas a sobrepeso y obesidad destacan: diabetes mellitus tipo 2, eventos cerebrovasculares isquémico, cardiopatía isquémica, cáncer, hipertensión arterial. Esta asociación conlleva a un peor pronóstico.

Esta interacción es debido a la condición de sobrepeso y obesidad afecta al sistema inmune, lo cual promueve una respuesta inflamatoria sistémica, caracterizada por el aumento de secreción

de adipocitoquinas, que no solo predisponen al organismo a riesgo de contraer enfermedades crónica no transmisible, sino que afecta los mecanismos de acción de los tratamientos médicos de estas.

Si ya las enfermedades crónicas de por sí tienen un costo de fármacos elevados, se suman los costos del tratamiento para la obesidad, lo cual es una carga económica y social. Dentro de las dificultades al tratamiento de la obesidad está la tasa de recaídas y la disminución a la adherencia a las intervenciones farmacológicas como psicológicas.

Dentro de las medidas y políticas que tiene la República Dominicana para el control del sobrepeso y la obesidad con la finalidad de disminuir los factores de riesgo están: Directrices nacionales para el tratamiento del IMC alto, directrices nacionales para el manejo de las enfermedades no transmisibles en atención primaria, encuestas de sobrepeso y obesidad, así como de la inactividad física de adultos en los últimos cinco años. Sin embargo se carece de directrices nacionales para la gestión de la inactividad física, encuesta sobre dietas poco saludables en adultos en los últimos cinco años y ausencia de impuestos a las bebidas azucaradas.

5. CONCLUSIONES

En la República Dominicana se observa como aumenta de forma significativa y a su vez alarmante la tendencia al aumento del sobrepeso y la obesidad tanto en hombres como mujeres, siendo las mujeres las más afectadas. A su vez dentro de las enfermedades crónicas no transmisibles como son la hipertensión arterial, diabetes mellitus, elevación del colesterol en aumento en la cantidad de casos. Se deben fomentar a través de políticas públicas medidas que contribuyan a la prevención, diagnóstico y tratamiento.

REFERENCIAS

- Barreto, I. B., Cruz, Y. A. M., López, J. A. P., & Carassa, D. C. M. (2021). Relación entre obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles e infecciosas. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 54(3), e-169851. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.rmrp.2021.169851>
- Jiménez-Gallegos, E. J. (2024). Desafíos actuales en el tratamiento de la obesidad en la población adulta. *Space Scientific Journal of Multidisciplinary*, 2(3), 42-56. <https://doi.org/10.63618/omd/ssjm/v2/n3/34>
- Guadarrama Guadarrama, R., et al. (2022). El impacto del peso en la calidad de vida de acuerdo con el sexo, nivel de obesidad y enfermedad crónica no transmisible. *Calidad De Vida Y Salud*, 15(1), 30-40. <https://revistacdvs.uflo.edu.ar/index.php/CdVUFLO/article/view/339>
- Kaufer-Horwitz, Martha, & Pérez Hernández, Juan Fernando. (2022). La obesidad: aspectos fisiopatológicos y clínicos. *Interdisciplina*, 10(26), 147-175. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2022.26.80973>
- Luje Pozo, D. I. (2025). El peso corporal y las enfermedades crónicas en adultos. *GADE: Revista Científica*, 5(1), 689-705. <https://doi.org/10.63549/rq.v5i1.636>
- Organización Mundial de la salud. (2024). Enfermedades no transmisibles. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización Mundial de la Salud.(2025).Nueve países de América Latina y el Caribe intensifican sus esfuerzos para frenar la obesidad, con el apoyo de la OPS. <https://n9.cl/ihkpd>
- Pizzi, Rita, & Fung, Liliana. (2015). Obesidad y mujer. *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*, 75(4), 221-224. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322015000400001&lng=es&tlng=es.
- Zavala-Hoppe, A. N., et al. (2024). Factores de riesgo y estrategias de prevención asociados a sobrepeso y obesidad en adultos a nivel global. *MQRInvestigar*, 8(1), 1409–1426. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.1409-1426>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-80>

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS PROCESOS EROSIVOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN, REPÚBLICA DOMINICANA

Nova-Marmolejos, Juan Francisco

Universidad Autónoma de Santo Domingo, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología
Santo Domingo, RD

jnova53@uasd.edu.do

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6477-4206>

Jordan, Manuel Miguel

Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Agroquímica y Medioambiente
Alicante, España

Manuel.jordan@umh.es

Almendo-Candel, Maria Belen

Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Agroquímica y Medioambiente
Alicante, España

Mb.almendo@umh.es

Nova-Diaz, Rogelio Ernesto

Universidad Autónoma de Santo Domingo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Santo Domingo, República Dominicana

Renovad.96@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4386-1847>

RESUMEN

LAS demandas de una población en crecimiento generan presión sobre los recursos naturales que tienden a su degradación de no hacerse un uso racional, el propósito de esta investigación fue es estimar la evolución de los procesos erosivos en subcuenca del río San Juan mediante el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica durante el período 1986-2024. Una investigación no experimental de enfoque descriptivo y relacional. La erosión estimo mediante la Ecuación Universal de Perdida de Suelos y para estimar los factores de esta se descargaron imágenes de satélites que fueron convertidas a mapas y con la calculadora ráster de QGIS se integraron se dio salidas a más de erosión. Como resultados se tuvo que los procesos erosivos se incrementaron en 3.45% al pasar la erosión permisible de 13.36% del área a 9.91%, mientras que la erosión leve paso de 47.30-50.15% en el periodo 1986-2000. Luego disminuyeron de 2000-2014, manteniéndose estabilizado hasta 2024. Las principales conclusiones fueron: Los menores niveles de erosión se producen en parte baja de la subcuenca lo que sugiere aumentar los esfuerzo en la implantación de programas de manejo para disminuir los niveles de erosión en la parte media. A nivel espacial el factor que más influye parece ser la pendiente, porque hay más erosión después de los 800 msnm, pero a nivel temporal la cobertura es el más influyente porque es el único que varía en el tiempo.

Palabras clave: Erosión, Imágenes de satélites, Cobertura vegetal, Subcuenca hidrográfica

ABSTRACT

The demands of a growing population exert pressure on natural resources, leading to their degradation if not managed rationally. The purpose of this research was to estimate the evolution of erosive processes in the San Juan River sub-basin using Geographic Information System (GIS) tools during the period 1986–2024. The study followed a non-experimental, descriptive, and relational approach. Soil erosion was estimated using the Universal Soil Loss Equation (USLE). To determine its factors, satellite images were downloaded, converted into maps, and integrated through the raster calculator in QGIS, generating erosion outputs. The results showed that erosive processes increased by 3.45%, with tolerable erosion decreasing from 13.36% of the area to 9.91%. Meanwhile, slight erosion increased from 47.30% to 50.15% between 1986 and 2000. However, it declined between 2000 and 2014 and remained stable until 2024. The main conclusions were: lower erosion levels occur in the lower part of the sub-basin, suggesting that management programs should be reinforced in the mid-basin to reduce erosion levels. Spatially, slope appears to be the most influential factor, as higher erosion is observed above 800 m a.s.l. Temporally, vegetation cover is the most relevant factor, since it is the only one that varies over time.

Keywords: Soil erosion, Satellite imagery, Vegetation cover, Watershed sub-basin

1. INTRODUCCIÓN

Rosatto, H., et al. (2020) Las necesidades de una población en crecimiento sostenido originan demandas que presionan los recursos naturales, desarrollando actividades de productivas, que amenazan la resiliencia de los ecosistemas sean de origen natural o antrópico. Los estudiosos de los recursos naturales definen cuenca hidrográfica como el espacio territorial delimitado por los partes agua formando un patrón hídrico que integra las aguas superficiales y subterráneas conducida a una fuente de agua principal (García et al, 2022). En las cuencas hidrográficas se desarrollan las actividades humanas. (Formaggio, 2024).

En las cuencas existe una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico, los modos de apropiación y las instituciones. (SEMARN, 2013). El río San Juan es el tributario más importante de la cuenca del río Yaque del Sur siendo esta una de las tres cuencas más importante de la Republica Dominicana (Martínez e Izzo 2023).

Para Alvarado y Mainato (2021) La disminución de las áreas boscosas en localidades de Ecuador es debido incremento inadecuado de actividades agropecuarias trayendo consigo el crecimiento de áreas desforestadas, en pastizales y zonas antrópicas e incremento de las actividades agrícola y pecuarias.

Cabrera y Suarez (2022) Los factores humanos y naturales alteran la estructura de la cobertura boscosa impactando los procesos hidrológicos que determinan las relaciones precipitación infiltración y escorrentía influenciando los procesos erosivos.

Segura y Ferreira (2020) estudiaron la problemática de erosión hídrica para las cuencas hidrográficas de los embalses de Sabana Yegua y Tavera con la finalidad de estimar la calidad nutricional de los sedimentos almacenados en ambos embalses y la posibilidad de usarlos como enmienda.

El bosque de conífera ha sido sustituido por cultivos de ciclo corto, conservándose mayormente en el área ocupada por el Parque Nacional José del Carmen Ramírez (Gold Quest. 2016). La vegetación de bosque seco está presente en la parte sur de la cuenca que es la zona más baja y donde la precipitación es menor y las temperaturas son más altas (MMARN, 2024)

El 9.12% de los suelos objeto de estudio son cultivables (Clase II). El 8.82% cultivables con factores limitantes de alguna severidad como la profundidad efectiva, (Clase III). La Clase IV ocupa el 5.35% son suelos limitados para cultivos, presentan limitantes severas. Los Clase V presentan limitantes de drenaje, ocupan el 3.65% Incluye terrenos de montañas, con topografía accidentada. Clase VI Aptos para bosques, pastos y cultivos de montañas, son el 10.13% del área total. Clase VII Incluye terrenos de montaña con topografía accidentada, no cultivables,

aptos para fines explotación forestal 62%. Clase VIII no cultivables, aptos solamente para parques nacionales y zonas de vida silvestre 0.12% (MMARN 2012a).

El sobreuso, de suelo impera en la parte alta de la subcuenca con intensa actividad agrícola que incluye cultivos de ciclo corto y ganadería extensiva, en cambio en la parte plana existen porciones importantes de terrenos que aún siguen subutilizados principalmente en la margen izquierda del río San Juan y ambas márgenes del río Bao (MMARN 2012b).

Trabajos realizados aguas arriba de la presa de Sabaneta el INDRHI (2014) indican que el 28.73% de los suelos presentan niveles de erosión dentro de los límites permisibles (>10 ton/ha/ha), en el restante 71.27% de la erosión supera los límites permisibles.

La dinámica compleja entre recursos naturales, seres humanos y fenómenos naturales trae cambios en el suelo que pueden conducir a su deterioro si no se observan criterios que tiendan a su uso racional y conservación. El objetivo de este trabajo es estimar la evolución de los procesos erosivos en subcuenca del río San Juan mediante el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica durante el período 1986-2024

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó subcuenca del río San Juan perteneciente a la cuenca del río Yaque del Sur, con un área de 2,023.23 km². Tiene como tributarios a los ríos Mijo, Maguana, Jínova, Dajay de la vertiente sur de la Cordillera Central y al río Bao en la vertiente norte de la Sierra de Neiba (MMARN 2012a y IICA, 1992). zona de vida correspondiente bosque húmedo montano bajo según la clasificación de Holdridge (MMARN, 2012 c). En el valle la pluviometría es de 950 mm y temperatura 24.9°C,) en la parte alta la pluviometría es de 1200 mm y la temperatura media 18°C (Gold Quest 2016).

Para realizar este trabajo se usaron Cartas Topográficas del Instituto Cartográfico Militar, Imágenes de Satélites descargadas del Servicio Geológico de Estados Unidos, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

La investigación no experimental con diseño cuantitativo y alcance descriptivo y relacional. Empleando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (Wischmeier y Smith 1978) para estimar la erosión

$$A=R * K * L * S * C * P$$

Donde:

A: Promedio anual de pérdida de suelo, en [t/ha/año]

R: Es el factor de erosividad de la lluvia. Sus dimensiones son [J/m²*cm/hr/año]

R=0.5P recomendada para zonas tropicales y usada por Pando et al (2003) citando a Yun

Donde P =precipitación acumulada anual en mm

K: Es el factor erodabilidad del suelo. Es la cantidad promedio de suelo perdido por unidad de factor R, [t*m²*hr/J*ha*cm]

$$LS = \frac{(A(A_{Flow})^m (\sin \beta)^n}{22.13 \quad 0.0896}$$

Donde:

A_{Flow}= Área de contribución aguas arriba por unidad de ancho (m²/m)

β = Angulo de la pendiente en grados

m y n son exponentes empíricos:

m= 0.4 (para pendientes < 1%)

m= 0.5 (para pendientes 1-5%)

m= 0.6 (para pendientes > 5%)

n = 1.3

Esta una herramienta que ofrece el programa QGIS 3.20

Relacionando el NDVI con el Factor C:

El Factor C en USLE varía entre 0 (protección total, ej. bosque) y 1 (suelo desnudo). Puedes transformar el NDVI a Factor C usando fórmulas empíricas. Una común es:

$$C = e^{(-\alpha \cdot \text{NDVI} / \beta)}$$

Donde α y β son parámetros ajustables (ej. $\alpha=2$, $\beta=1$ según estudios como (Van der Kniiff *et al* 2000).

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

Donde

NIR es la intensidad de la luz en el infrarrojo cercano

RED es la intensidad de la luz en la banda roja (Belasri y Lakhouili 2016)

P: se consideró igual a uno, porque en la zona no se hacen prácticas mecánicas

Se obtuvo mapas para cada uno de los factores de la ecuación y luego se integraron a través de la calculadora ráster de QGIS 3.20 y se dio salida a mapas de erosión de los años 1986, 2000, 2014 y 2024.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el período 1986-2000 la subcuenca del río San Juan presentaba un aumento de los niveles de erosión ya que el área que presentaba por debajo de los niveles permisibles se redujo en 3.45% y los niveles de erosión moderada pasó de 47.30-50.15%, del 2000-2014 se produjo una reducción en los niveles de erosión, ya que aumento el porcentaje de área de erosión permisible (tabla 1), en lo que parece haber influido la implementación de diversos programas como el Proyecto para el Desarrollo Agrícola de San Juan (Prodas), Proyectos de Desarrollo Agroforestal que han incluido componentes de reforestación en la subcuenca.

Tal y como se observa en la figura 1 los menores niveles de erosión se producen en la parte baja de la cuenca entre los 400 y 800 msnm indicando esto que en la parte media y alta de la cuenca deben continuar los esfuerzos tendentes a reducir los niveles de erosión, ya que superan los rangos permisibles.

Aunque altos estos niveles son inferiores a los encontrados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en la subcuenca aportante de presa de Sabaneta el INDRHI (2014) encontró que solo el 28.73% de los suelos produce erosión dentro de los límites permisibles (>10 ton/ha/ha), en el restante 71.27% de la erosión supera los límites permisibles, siendo crítico el 14.22% del área donde la erosión hídrica supera las 200 ton/ha/año.

Los niveles de erosión en esta subcuenca son inferiores a los reportados por Consorcio Proyecta, C x A – Ingeniería Caura (2013) para los tres ríos principales de la cuenca de la presa de Sabana Yegua, donde en el menor de los casos superan 260 ton/ha/año.

Los valores de erosión pudieran relacionarse con la actividad agrícola predominante en la zona, ya que la minera Gold Quest (2016) informa que los cultivos agrícolas aguas arriba de la presa de Sabaneta se localizan en las pendientes de las montañas y en los pequeños valles y zonas semi-llanas.

Tabla 1.

Evolución de la erosión hídrica en la subcuenca del río San Juan período 1986-2024

Año	Nivel de erosión (ton/ha/año)	Área (km ²)	% Área

1986	<10	346.94	13.36
	10-20	1229.23	47.33
	20-50	845.40	32.55
	50-200	172.58	6.65
	>200	2.88	0.11
2000	<10	257.37	9.91
	10-20	1302.38	50.15
	20-50	862.43	33.12
	50-200	172.36	6.64
	>200	2.49	0.10
2014	<10	399.33	15.38
	10-20	1,289.32	49.65
	20-50	761.63	29.33
	50-200	144.76	5.57
	>200	1.99	0.08
2024	<10	415.25	15.99
	10-20	1259.24	48.49
	20-50	770.12	29.65
	50-200	150.22	5.78
	>200	2.19	0.08

Fuente: elaboración propia

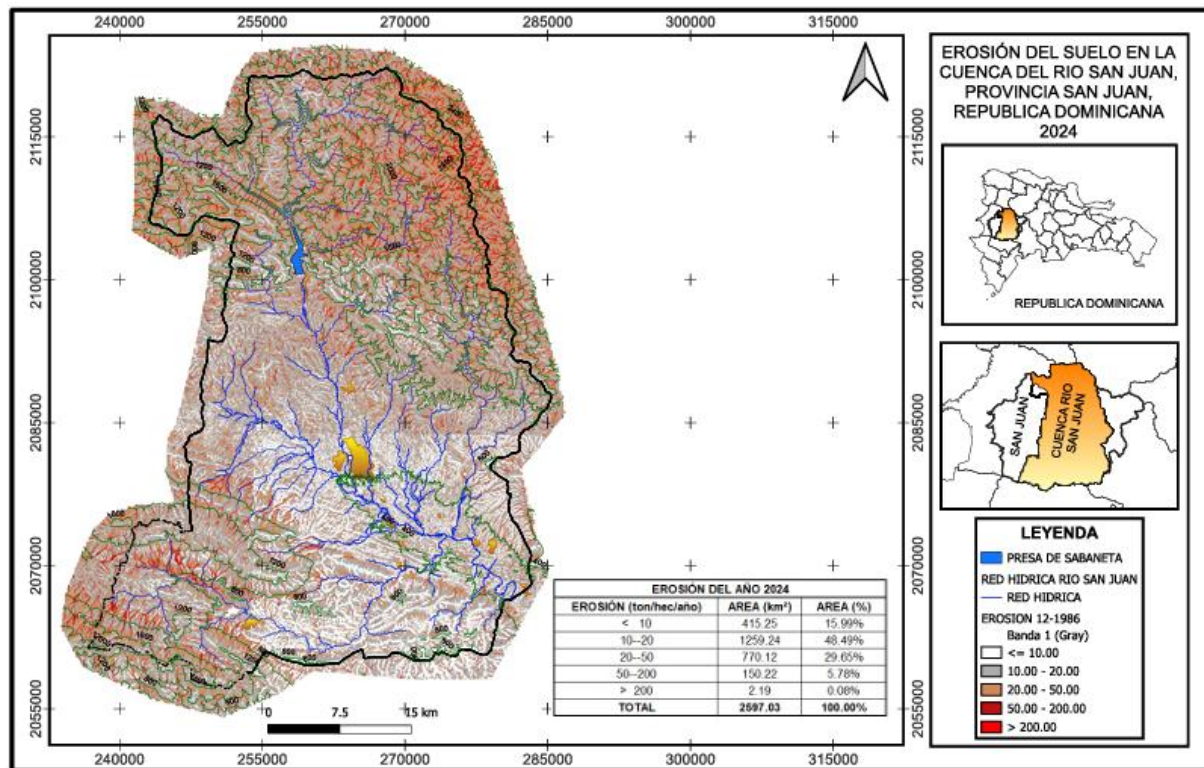


Figura 6. Mapa de erosión de la subcuenca del río San Juan año 2024

5. CONCLUSIONES

Los resultados indican que del 1984-2000 se produjo un aumento considerable en los niveles de erosión, produciéndose una ligera mejoría del 2000-2014 y manteniéndose hasta el 2024.

Los menores niveles de erosión se producen en parte baja de la subcuenca lo que sugiere aumentar los esfuerzos en la implantación de programas de manejo para disminuir los niveles de erosión en la parte media.

A nivel espacial el factor que más influye parece ser la pendiente, porque hay más erosión después de los 800 msnm, pero a nivel temporal la cobertura pesa el más influyente porque es el único que varía en el tiempo.

REFERENCIAS

- Alvarado, N., & Mainato, F. (2021). *Herramientas SIG para el estudio de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el cantón Chunchi, provincia del Chimborazo. Ecuador.* <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20104/1/UPS-CT009032.pdf>
- Belasri, A. & Lakhouili, A. (2016). Estimación del riesgo de erosión del suelo mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) y tecnología de geoinformación en la cuenca del río Oued El Makhazine, Marruecos. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Hassan 1, Settat, Marruecos. DOI: [10.4236/jgis.2016.81010](https://doi.org/10.4236/jgis.2016.81010) PDF [Revista de Sistemas de Información Geográfica > Vol. 8 Núm. 1, febrero de 2016](https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=63959) <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=63959>.
- Cabrera, E., & Suárez, B. (2022). *Análisis de la influencia de cobertura vegetal en el caudal de escorrentía en una cuenca mediante los modelos HEC – HMS y SWAT.* https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/91968/Cabrera_AEA-Suarez_CBG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Consorcio Proyecta, C x A – Ingeniería Caura. (2013). Plan Maestro Actualizado para el Manejo de las Cuencas Altas de la Presa de Sabana Yegua. *Sur Futuro. Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales.* Disponible en: <https://bvearmb.do/handle/123456789/1959>
- Formaggio, L. (2024). *Geociencias, hidrogeología-hidrología.* *Revista Ciencias de la Tierra.* <https://revistacienciasdelatierra.com/geociencias/que-es-una-cuenca-hidrografica/10500/>
- Gold Quest. (2016). *Estudio técnico económico proyecto minero Romero.* <https://mem.gob.do/wp-content/uploads/2019/02/Estudio-Tcnico-Econmico-Minero-Proyecto-Romero.pdf>
- INDRHI (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). (2014). *Análisis de métodos empíricos de erosión y sedimentos. Proyecto de modelamiento de los regímenes hidrológicos y de los procesos erosión/sedimentación y simulación de escenarios para la restauración de cuencas hidrográficas.*
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (1992). *Proyecto de desarrollo sostenible en San Juan de la Maguana. Volumen II. Análisis hidrológico.*
- Martínez, J., & Izzo, M. (2023). Generación de red hidrográfica densa de República Dominicana a partir de modelo digital de elevaciones de resolución media. *SciELO.* <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7056>
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2012a). *Mapa de capacidad productiva de los suelos cuenca río Yaque del Sur.* <https://ambiente.gob.do/app/uploads/2016/12/Yaque-del-Sur-Capacidad-Productiva.pdf>
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2012d). *Mapa de conflicto de uso de los suelos cuenca río Yaque del Sur.* <https://ambiente.gob.do/app/uploads/2016/12/Yaque-del-Sur-Conflicto-de-Uso-2012.pdf>
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2024a). *Mapa de cobertura de la subcuenca del río San Juan. Comunicación vía correo electrónico.*
- MMARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2012f). *Mapa de zonas de vida de la cuenca del río Yaque del Sur.* <https://ambiente.gob.do/app/uploads/2016/12/Yaque-del-Sur-zonas-de-vida.pdf>

- Pando, M., Gutiérrez, M., Maldonado, A. Palacio, J. y Estrada, E. (2003). Comparación de métodos para estimar la erosión hídrica. Investigación Geográfica. Disponible en: <http://scielo.unam.mx/pdf/igeo/n51/n51a3.pdf>
- Rosatto, H., et al. (2020). Diez años de investigaciones en cubiertas vegetadas de tipo extensivo: Una síntesis de los resultados obtenidos. *Aqua-LAC*, 12(2), 78–84. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/>
- Segura, B., & Ferreira, R. (2020). Aprovechamiento de los sedimentos de los embalses como nutrientes para la fertilización de suelos agrícolas en la República Dominicana. *Aqua-LAC*, 12(2), 15–36. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). *Cuencas hidrográficas: Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf>.
- Van der Knijff, J.M., Jones, R.J.A., Montanarella L. (2000). Evaluación del riesgo de erosión del suelo en Europa. Disponible en: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/serae/GRIMM/italia/eritaly.pdf
- Wischmeier, WH y Smith, DD (1978) Predicción de pérdidas por erosión pluvial. Guía para la planificación de la conservación. Manual Agrícola del USDA n.º 537, Maryland.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-81>

RELACIÓN ENTRE ESTADO NUTRICIONAL E HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN TEPATITLÁN DE MORELOS, JALISCO

Aguirre Valadez, Christian Manuel

Centro Universitario de los Altos. División de Ciencias Biomédicas, Departamento de
Clínicas Tepatitlán de Morelos, México

Christian.aguirre8046@alumnos.udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3788-0617>

Estrada Contreras, Karla Elizabeth

Centro Universitario de los Altos. División de Ciencias Biomédicas, Departamento de
Clínicas Tepatitlán de Morelos, México

elizabeth.estrada@academicos.udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

La hipertensión arterial sistémica es una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en México y se asocia con diversos factores, entre ellos el estado nutricional, aspecto de especial relevancia en pacientes hospitalizados. **Objetivo:** Relacionar el estado nutricional y la hipertensión arterial en pacientes hospitalizados de un hospital público en Tepatitlán de Morelos, Jalisco. **Material y métodos:** Estudio descriptivo, transversal, muestreo a conveniencia. Estado nutricional mediante índice masa corporal (IMC) (WHO, 2000); la presión arterial (PA) se registró en tres momentos del día (mañana, tarde y noche), (American Heart Association, 2023). **Análisis estadístico** descriptivos y correlación. **Resultados:** n30, mujeres 55%, hombres 42%, medias: 59.3 años, 71.7 kg, 1.59 cm, IMC 27.8 kg/m², bajo peso 7.1%, normopeso 35.7%, sobrepeso 17.9%, obesidad I 32.1%, obesidad II y III 3.6% respectivamente. PA: normal 9.7% y elevada 12.9%, HTA1 41.9%, HTA2 32.3%. El 82.3% de las mujeres presenta HTA y 69.2% los hombres. Según el IMC y HTA1 vs HTA2: bajo peso: 7.7%vs0%, sobrepeso 23.1%vs10%, y con algún grado de obesidad 30.8%vs60%; al relacionar comorbilidades asociadas e IMC con sobrepeso el 80% y con obesidad 85.7%. Se reportó una correlación positiva baja entre el IMC y el sexo. **Conclusión:** se identificó una estrecha relación entre el estado nutricional y la hipertensión arterial, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de atención nutricional durante la hospitalización y en el seguimiento posterior.

Palabras clave: Estado nutricional; hospitalización; hipertensión arterial; nutrición clínica; obesidad.

ABSTRACT

Systemic arterial hypertension (SAH) is one of the most prevalent chronic diseases in Mexico and is associated with multiple factors, including nutritional status, which is particularly relevant in hospitalized patients. **Objective:** To examine the relationship between nutritional status and hypertension in hospitalized patients from a public hospital in Tepatitlán de Morelos, Jalisco. **Materials and Methods:** A descriptive, cross-sectional study with convenience sampling was conducted. Nutritional status was assessed through Body Mass Index (BMI) (WHO, 2000). Blood

pressure (BP) was recorded at three time points during the day (morning, afternoon, and evening) (American Heart Association, 2023). Descriptive statistics and correlation analyses were performed. **Results:** A total of 30 patients participated; 55% were women and 42% men. Mean values were: age 59.3 years, weight 71.7 kg, height 1.59 m, and BMI 27.8 kg/m². Nutritional status was distributed as follows: underweight 7.1%, normal weight 35.7%, overweight 17.9%, obesity class I 32.1%, and obesity class II and III 3.6% each. Regarding BP, 9.7% had normal levels, 12.9% elevated, 41.9% stage 1 hypertension, and 32.3% stage 2 hypertension. Hypertension was observed in 82.3% of women and 69.2% of men. By BMI classification, the prevalence of stage 1 vs. stage 2 hypertension was: underweight 7.7% vs. 0%, overweight 23.1% vs. 10%, and obesity (any degree) 30.8% vs. 60%. When analyzing comorbidities, 80% of overweight and 85.7% of obese patients presented at least one associated condition. A low positive correlation was found between BMI and sex. **Conclusion:** A strong relationship between nutritional status and hypertension was identified, highlighting the need to implement nutritional care strategies both during hospitalization and throughout follow-up.

Keywords: Nutritional status; hospitalization; arterial hypertension; clinical nutrition; obesity.

1. INTRODUCCIÓN

La Hipertensión Arterial Sistémica (HTA) se define como niveles de presión arterial sostenidos iguales o mayores a 130/80 mmHg (Whelton et al., 2018) y constituye un importante problema de salud pública por su asociación con complicaciones cardiovasculares, renales y cerebrovasculares. El tratamiento incluye farmacoterapia y un manejo dietético adecuado, ya que dietas como la Mediterránea o DASH pueden reducir hasta 11 mmHg en pacientes con HTA descontrolada (Sacks et al., 2001). A nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) estima que 1,280 millones de adultos entre 30 y 79 años padecen HTA en 184 países. En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2021) reporta una prevalencia del 40.2% en mayores de 30 años.

Dentro de la evaluación clínica, la antropometría es una herramienta clave para estimar el estado nutricional mediante técnicas estandarizadas como circunferencias, pliegues y diversos índices (Marfell-Jones et al., 2012). El Índice de Masa Corporal (IMC) es uno de los índices más utilizados para clasificar a los individuos en bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad (WHO, 2000). No obstante, el estado nutricional debe entenderse más allá del IMC, incorporando parámetros dietéticos, metabólicos y funcionales, dado que la HTA también puede presentarse en sujetos con normopeso (Kanda et al., 2024). El estado nutricional constituye un predictor fundamental de salud y se relaciona con la evolución clínica, el riesgo de complicaciones y la estancia hospitalaria (Czapla et al., 2022; Bellanti et al., 2022). En el ámbito hospitalario mexicano, la atención multidisciplinaria incluye la “evaluación global subjetiva” del área de nutrición, que clasifica a los pacientes según su condición (obesidad, diabetes, HTA, entre otras) para determinar un plan alimentario acorde. Este manejo resulta decisivo al complementar el tratamiento farmacológico, ya que una intervención nutricional adecuada puede mejorar el control de la presión arterial y prevenir complicaciones posteriores, siempre bajo seguimiento progresivo (Torregrosa, 2012).

A pesar de la importancia del manejo integral, en México persisten vacíos en la literatura sobre la relación entre estado nutricional y HTA en hospitales públicos regionales (Campo-Nonato et al., 2024). Por ello, se plantea la hipótesis de que existe una relación significativa entre estas variables en pacientes hospitalizados.

2. MARCO CONCEPTUAL

Appel et al. (1997), mediante el ensayo clínico DASH, demostraron que una dieta basada en frutas, verduras, cereales integrales y lácteos bajos en grasa disminuye significativamente la presión arterial en adultos hipertensos, convirtiéndose en un modelo de referencia para la dieta hospitalaria. De forma similar, Rubinstein et al. (2018) en Argentina evidenciaron que los planes hospitalarios con patrones semejantes al DASH o al mediterráneo contribuyen al control de la presión arterial y mejoran la salud cardiovascular.

En México, Campos-Nonato et al. (2018) confirmaron la estrecha relación entre hipertensión, sobrepeso y obesidad, resaltando la importancia de la evaluación nutricional en la detección de riesgos. En España, Estruch et al. (2018), a través del ensayo PREDIMED, mostraron que la dieta mediterránea con aceite de oliva o frutos secos reduce de forma significativa el riesgo cardiovascular y favorece el control tensional. Por su parte, García-Solís et al. (2019) identificaron en hospitales mexicanos que los pacientes hipertensos presentan con frecuencia comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2 y dislipidemias, lo que subraya la necesidad de un manejo clínico integral.

En Perú, Carrillo-Larco et al. (2020) reportaron que la obesidad incrementa de manera importante el riesgo de hipertensión, aunque personas con normopeso también pueden desarrollar la enfermedad, lo que justifica el monitoreo en todos los rangos de IMC. Sánchez-Urbina et al. (2021) en Guatemala asociaron el alto consumo de sodio y grasas saturadas con mayor prevalencia de hipertensión, mientras que frutas y verduras mostraron un efecto protector. Asimismo, Ávila-Rosano et al. (2021) destacaron el valor de mediciones antropométricas en la evaluación de riesgo metabólico en pacientes hospitalizados.

La Organización Mundial de la Salud (2021) enfatizó que la hipertensión es la principal causa prevenible de enfermedad cardiovascular, concentrada en países de ingresos medios y bajos, donde la nutrición juega un papel decisivo. Finalmente, Rodríguez-Saldaña et al. (2022) señalaron que el seguimiento nutricional continuo y planes dietéticos individualizados mejoran la evolución y adherencia terapéutica de los pacientes, reafirmando el rol esencial de la nutrición clínica en hospitales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo-transversal, muestreo a conveniencia. Los datos recolectados incluyeron edad, sexo, peso (kg), talla (cm), número de comorbilidades e índice de masa corporal (IMC), calculado mediante la fórmula estándar bajo criterios de la OMS. El peso y talla se obtuvieron mediante báscula clínica con estadiómetro estandarizado según criterios del ISAK. La presión arterial se tomó, conforme protocolos institucionales, se midió tres veces (mañana, tarde y noche), obteniendo la media; clasificándola según la American Heart Association, 2023: <120/80 Normal, 120-129/80 Elevada, ≥ 130 -139/80-89 mmHg HTA1, 140-179/90-120 HTA 2. Análisis estadístico-descriptivos y correlación con el software SPSS Statistics.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra estuvo conformada por 30 pacientes, el 55% mujeres y 42% hombres. La edad media de 59.3 años, peso 71.7 kg y estatura de 1.59 m, un IMC de 27.8 kg/m². En cuanto al IMC el 7.1% presentó bajo peso, el 35.7% normopeso, el 17.9% sobrepeso, el 32.1% obesidad grado I y el 3.6% obesidad grados II y III, respectivamente.

Respecto a la presión arterial (PA), el 9.7% presentó valores normales, el 12.9% presión elevada, el 41.9% HTA estadio 1 y el 32.3% HTA estadio 2. Al analizar la distribución por sexo, se identificó hipertensión en el 82.3% de las mujeres y en el 69.2% de los hombres.

La relación entre IMC y niveles de hipertensión mostró que los pacientes con bajo peso se concentraron en HTA1 (7.7%), mientras que no se registraron casos en HTA2. En los pacientes con sobrepeso, el 23.1% presentó HTA1 y el 10% HTA2. Por su parte, quienes tenían algún grado de obesidad se distribuyeron en un 30.8% con HTA1 y un 60% con HTA2, evidenciando una mayor proporción de hipertensión más severa en este grupo; como lo reportado por Hall et al., 2015; Czapla et al., 2022 y Okada et al., 2020; Kanda et al., 2024

Finalmente, al analizar las comorbilidades asociadas, el 80% de los pacientes con sobrepeso y el 85.7% con obesidad presentaron al menos una comorbilidad, resaltando la estrecha relación entre exceso de peso, hipertensión y presencia de enfermedades concomitantes (e.g. Landsberg et al., 2013; Estruch et al., 2018).

Tabla 1

Diagnóstico de hipertensión arterial en relación al índice de masa corporal (IMC)

Diagnóstico	Bajo peso	Normo peso	Sobrepeso	Obesidad I	Obesidad II	Obesidad III	Total
Elevada	1 (25.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (75.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (100.0%)
HTA 1	1 (7.7%)	5 (38.5%)	3 (23.1%)	2 (15.4%)	2 (15.4%)	0 (0.0%)	13 (100.0%)
HTA 2	0 (0.0%)	2 (20.0%)	1 (10.0%)	5 (50.0%)	1 (10.0%)	1 (10.0%)	10 (100.0%)
Normal	0 (0.0%)	2 (66.7%)	1 (33.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (100.0%)
Total	2 (6.7%)	9 (30.0%)	5 (16.7%)	10 (33.3%)	3 (10.0%)	1 (3.3%)	30 (100.0%)

Nota. Datos obtenidos del estudio sobre el estado nutricional e hipertensión arterial en pacientes hospitalizados en un hospital público de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Tabla

2

Patologías adicionales a la hipertensión arterial en relación al índice de masa corporal (IMC)

Número de patologías	Bajo peso	Normo peso	Sobrepeso	Obesidad I	Obesidad II	Obesidad III	Total

0	0 (0.0%)	1 (16.7%)	1 (16.7%)	3 (50.0%)	1 (16.7%)	0 (0.0%)	6 (100.0%)
1	2 (13.3%)	6 (40.0%)	3 (20.0%)	3 (20.0%)	1 (6.7%)	0 (0.0%)	15 (100.0%)
2	0 (0.0%)	1 (14.3%)	1 (14.3%)	3 (42.9%)	1 (14.3%)	1 (14.3%)	7 (100.0%)
3	0 (0.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	1 (50.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (100.0%)
Total	2 (6.7%)	9 (30.0%)	5 (16.7%)	10 (33.3%)	3 (10.0%)	1 (3.3%)	30 (100.0%)

Nota. Datos obtenidos del estudio sobre el estado nutricional e hipertensión arterial en pacientes hospitalizados en un hospital público de Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Se reporto una correlación de Spearman entre el IMC y el sexo fue positiva baja rho .350, $p < 0.05$ así como para el diagnóstico global de HTA y el IMC fue positiva baja rho .310, $p .095$, mientras que la relación entre el diagnóstico global de HTA y el sexo fue muy baja rho .149, $p .431$.

5. CONCLUSIONES

La relación entre estado nutricional e hipertensión arterial enfatiza la necesidad de identificar factores de riesgo antes del ingreso y de promover hábitos alimentarios saludables como estrategia preventiva. Asimismo, se resalta el papel del nutriólogo en la atención hospitalaria, tanto en la prescripción dietética como en el acompañamiento clínico y seguimiento del paciente. Tras el alta, se recomienda continuidad mediante consultas periódicas. Finalmente, es necesario ampliar la investigación para diseñar intervenciones personalizadas que mejoren la atención y el pronóstico a largo plazo.

REFERENCIAS

- American Heart Association. (2023). Comprensión de las lecturas de la presión arterial. Comprensión de las lecturas de la presión arterial | Asociación Americana del Corazón
- Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P., Sacks, F. M & Harsha, D. W. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *New England Journal of Medicine*, 336(16), 1117–1124. <https://doi.org/10.1056/NEJM19970417336160>.
- Ávila-Rosano, F., López-Teros, M. T., Muñoz-Manríquez, C., & Méndez-Estrada, R. O. (2021). Utilidad de las mediciones antropométricas en pacientes hospitalizados. *Revista de Nutrición Clínica en México*, 25(3), 155–163. <https://doi.org/10.24875/RNCM.20000050>
- Bellanti, F., Lo Buglio, A., Capurso, C., & Vendemiale, G. (2022). Impact of obesity and

- malnutrition on clinical outcomes of hospitalized patients. *Nutrients*, 14(9), 1951. <https://doi.org/10.3390/nu14091951>
- Campos-Nonato, I., Hernández-Barrera, L., & Rojas-Martínez, R. (2018). Epidemiología de la hipertensión arterial en adultos mexicanos: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. *Salud Pública de México*, 60(3), 233–241. <https://doi.org/10.21149/8813>.
- Campos-Nonato, I., Oviedo-Solis, C., Hernandez-Barrera, L., Marquez-Murillo, M., Gomez-Alverz, E., Alcocer, L., Puente-Barragan, A., Ramirez-Villalobos, D., Basto-Abreu, A., Rojas-Martínez, R., Medina-Garcia, C., Lopez-Ridaura, R., Simón-Barquera, D. (2024). Detención, Atención y control de hipertensión arterial. *Salud publica Mex*; 66:537-546. <https://doi.org/10.21149/15867>
- Carrillo-Larco, R. M., Bernabé-Ortiz, A., Diez-Canseco, F., & Miranda, J. J. (2020). Obesity and hypertension in an adult Peruvian population. *Journal of Human Hypertension*, 34(2), 142–149. <https://doi.org/10.1038/s41371-019-0208-y>
- Czapla, M., Juárez-Vela, R., Łokieć, K., Karniej, P., & Gąsior, M. (2022). Impact of nutritional status on the clinical outcome of hospitalized patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 14(4), 829. <https://doi.org/10.3390/nu14040829>
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F & Martínez-González, M. A. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *New England Journal of Medicine*, 378(25), e34. <https://doi.org/10.1056/NEJMoA1800389>
- García-Solís, C., Cortés-Télles, A., & Salas-Pacheco, J. (2019). Comorbilidades asociadas a hipertensión arterial en hospitales mexicanos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 57(2), 107–114.
- Hall, J. E., do Carmo, J. M., da Silva, A. A., Wang, Z., & Hall, M. E. (2015). Obesity-induced hypertension: Interaction of neurohumoral and renal mechanisms. *Circulation Research*, 116(6), 991–1006. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.305697>
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2021). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021 sobre Covid-19. Resultados nacionales*. INSP. <https://ensanut.insp.mx/>
- Kanda, T., Murakami, Y., Okuda, N., Kadota, A., Fujiyoshi, A., Ohkubo, T & Okayama, A. (2024). Blood pressure and cardiovascular risk in individuals with normal body mass index: Evidence from the NIPPON DATA studies. *Journal of Hypertension*, 42(1), 45–53. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003441>
- Landsberg, L., Aronne, L. J., Beilin, L. J., Burke, V., Igel, L. I., Lloyd-Jones, D., ... & Sowers, J. (2013). Obesity-related hypertension: Pathogenesis, cardiovascular risk, and treatment—A position paper of The Obesity Society and the American Society of Hypertension. *Journal of Clinical Hypertension*, 15(1), 14–33. <https://doi.org/10.1111/jch.12049>
- Marfell-Jones, M., Stewart, A., & de Ridder, J. (2012). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Okada, R., Okada, C., Nakao, T., Kobayashi, T., & Matsubayashi, S. (2020). Normal-weight hypertension: Clinical characteristics and risk of cardiovascular disease. *Hypertension Research*, 43, 876–883. <https://doi.org/10.1038/s41440-020-0457-3>
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Índice de masa corporal y su interpretación en salud pública*. OPS. <https://iris.paho.org/>

- Rodríguez-Saldaña, J., Morales-García, M., & Pérez-Cortés, L. (2022). Seguimiento nutricional individualizado en pacientes hipertensos hospitalizados. *Revista Latinoamericana de Nutrición Clínica*, 16(2), 77–85.
- Rubinstein, A., Colantonio, L., Bardach, A., & Caporale, J. E. (2018). Efectividad de los planes alimentarios hospitalarios en el control de la hipertensión. *Revista Argentina de Salud Pública*, 9(36), 12–19.
- Sacks, F. M., Svetkey, L. P., Vollmer, W. M., Appel, L. J., Bray, G. A., Harsha, D., ... & Lin, P. H. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. *New England Journal of Medicine*, 344(1), 3–10. <https://doi.org/10.1056/NEJM200101043440101>
- Sánchez-Urbina, A., López-Paniagua, J., & Alvarado, E. (2021). Dieta, consumo de sodio y prevalencia de hipertensión arterial en Guatemala. *Revista Centroamericana de Salud Pública*, 38(1), 45–53.
- Secretaría de Salud. (2013). *Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009, para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/>
- Torregrosa, JV. (2012). Aspectos terapéuticos de la dieta en la hipertensión arterial. *Nefrología*; 32(1):18-25. doi:10.3265/Nefrologia.pre2012.Ene.10577.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation*. WHO Technical Report Series 894. <https://www.who.int/publications/i/item/9241208945>
- World Health Organization. (2014). *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564854>
- World Health Organization. (2021). *Hypertension*. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Dennison-Himmelfarb, C & Wright, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(19), e127–e248. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.006>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-82>

PLATAFORMA MECATRÓNICA DE MOVILIDAD ASISTIDA CON MONITOREO INTELIGENTE EN TIEMPO REAL PARA CANES DE PEQUEÑO TAMAÑO

Segovia Calderón, Diego Alexis

Escuela de Formación de Tecnólogos, Escuela Politécnica Nacional
Quito, Ecuador

diego.segovia@epn.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4879-6735>

Cuenca Sánchez, Alan Daniel

Escuela de Formación de Tecnólogos, Escuela Politécnica Nacional
Quito, Ecuador

alan.cuenca@epn.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2533-0850>

RESUMEN

La movilidad asistida en animales domésticos constituye un área emergente en la que la biomecatrónica y la ingeniería veterinaria convergen para mejorar la calidad de vida de canes con discapacidad motriz. En este contexto, se presenta el diseño y la implementación de una plataforma mecatrónica de movilidad asistida para las extremidades posteriores de canes de hasta 4 kg, que integra una estructura mecánica ligera y ajustable con un sistema de adquisición y monitoreo en tiempo real basado en un microcontrolador ESP32. El dispositivo incorpora sensores de temperatura, velocidad y distancia a obstáculos, cuyos datos se transmiten de manera inalámbrica a una aplicación móvil para su análisis y supervisión por parte del cuidador. La metodología incluyó el diseño CAD de la estructura, la fabricación con materiales de bajo peso y alta resistencia, y la programación del ESP32 para la gestión de sensores y la comunicación inalámbrica. Los resultados obtenidos evidencian que la plataforma garantiza estabilidad, ergonomía y comodidad en los canes, al tiempo que proporciona información relevante para prevenir riesgos asociados a sobreesfuerzos, caídas o condiciones ambientales adversas. Se concluye que la propuesta representa una solución innovadora y de bajo costo en el ámbito de la asistencia veterinaria, contribuyendo tanto al bienestar animal como al avance de las tecnologías biomédicas aplicadas al sector veterinario.

Palabras clave: adquisición de datos, biomecatrónica, canes, ESP32, movilidad asistida.

ABSTRACT

Assisted mobility in domestic animals represents an emerging field where biomechatronics and veterinary engineering converge to enhance the quality of life of dogs with motor disabilities. In this context, we present the design and implementation of a mechatronic platform for assisted mobility focused on the hind limbs of dogs up to 4 kg, integrating a lightweight and adjustable mechanical structure with a real-time data acquisition and monitoring system based on an ESP32 microcontroller. The device incorporates temperature, speed, and obstacle-detection sensors, whose information is wirelessly transmitted to a mobile application for analysis and caregiver supervision. The methodology included CAD-based structural design, fabrication using lightweight and high-resistance materials, and ESP32 programming for sensor management and wireless communication. Results demonstrate that the platform ensures stability, ergonomics,

and comfort for the dogs while providing valuable information to prevent risks associated with overexertion, falls, or adverse environmental conditions. We conclude that the proposed system constitutes an innovative and low-cost solution in veterinary assistance, contributing both to animal welfare and to advances in biomedical support technologies applied to the veterinary sector.

Keywords: assisted mobility, biomechatronics, canine, ESP32, intelligent monitoring.

1. INTRODUCCIÓN

La discapacidad motriz en canes constituye un problema frecuente asociado a traumatismos, enfermedades degenerativas, malformaciones congénitas y secuelas posquirúrgicas, afectando directamente su bienestar y calidad de vida (Wu et al., 2018). Diversos estudios señalan que las soluciones de movilidad asistida, como las sillas de ruedas adaptadas, permiten recuperar la locomoción y prevenir complicaciones secundarias como la atrofia muscular y las úlceras por presión (Henea et al., 2023). En este contexto, el desarrollo de dispositivos accesibles y adaptados a las características de animales pequeños se convierte en una prioridad para la medicina veterinaria y la biomecatrónica aplicada.

La presente investigación se enmarca en la biomecatrónica veterinaria, entendida como la integración de ingeniería mecánica, electrónica y control al servicio del bienestar animal (Webber et al., 2022). Se plantea el diseño e implementación de una plataforma mecatrónica de movilidad asistida dirigida a las extremidades posteriores de canes de hasta 4 kg, incorporando un sistema de adquisición de datos en tiempo real basado en ESP32. Este módulo permite registrar temperatura, velocidad de desplazamiento y distancia a obstáculos, transmitiendo información a una aplicación móvil. De este modo, la propuesta supera a los modelos convencionales al integrar tecnologías IoT para supervisión y prevención de riesgos.

El déficit de dispositivos de bajo costo y alta adaptabilidad para canes pequeños, junto con la necesidad de monitoreo inteligente para apoyar la rehabilitación veterinaria, justifican el desarrollo de esta plataforma (Mendaza-DeCal et al., 2023; Erazo et al., 2024). El objeto de estudio es un sistema mecatrónico de movilidad asistida con monitoreo en tiempo real. La pregunta de investigación se centra en determinar cómo una plataforma basada en IoT puede mejorar la movilidad y la supervisión clínica en canes con discapacidad en extremidades posteriores. La hipótesis sostiene que un dispositivo con ESP32 y sensores integrados, acoplado a una estructura ergonómica, no solo restituye movilidad, sino que genera información útil para prevención de riesgos y seguimiento veterinario.

El objetivo general es diseñar, fabricar e implementar la plataforma propuesta, mientras que los objetivos específicos abarcan: (i) diseñar una estructura mecánica ligera ajustada a canes pequeños, (ii) integrar sensores de temperatura, velocidad y distancia al ESP32, (iii) desarrollar una aplicación móvil para monitoreo en tiempo real, y (iv) evaluar ergonomía y funcionalidad en pruebas controladas.

2. MARCO CONCEPTUAL

La biomecatrónica veterinaria integra ingeniería mecánica, electrónica y control en el desarrollo de dispositivos para diagnóstico y rehabilitación animal (Prankel et al., 2016). En canes pequeños, la discapacidad motriz ha incrementado debido a traumatismos y enfermedades neurológicas, limitando su locomoción y bienestar (Pereira et al., 2019).

El diseño de sillas de ruedas para animales busca restaurar la funcionalidad de extremidades posteriores y prevenir deterioro por inactividad. Dichas estructuras deben ser ligeras, resistentes y adaptables a la anatomía, garantizando confort y estabilidad (De Oliveira & Da Silva Gomes, 2024). Avances recientes incluyen materiales compuestos e impresión 3D para personalización a bajo costo (Park et al., 2022).

Las tecnologías IoT han abierto nuevas posibilidades en el monitoreo veterinario, permitiendo registrar parámetros fisiológicos y de movilidad en tiempo real. El microcontrolador ESP32, por su bajo costo y conectividad inalámbrica, es ampliamente empleado en proyectos que requieren adquisición y transmisión de datos (Maharajpet et al., 2024). En dispositivos de movilidad asistida, sensores de temperatura, velocidad y proximidad permiten garantizar seguridad del animal y recolectar información útil para rehabilitación (Whitford et al., 2019).

El uso de tecnologías inteligentes en salud animal mejora tanto la calidad de vida del paciente como la experiencia del cuidador (Jukan et al., 2016). El monitoreo de variables de locomoción permite identificar fatiga y prevenir lesiones adicionales (Benjaminse et al., 2019). En este marco, la plataforma propuesta combina función ortopédica y telemetría, constituyendo una herramienta integral de rehabilitación asistida.

En síntesis, este estudio se sustenta en tres pilares: biomecatrónica veterinaria, estructuras ergonómicas ligeras y sistemas IoT con ESP32 para monitoreo inteligente. Estos elementos convergen en una solución innovadora alineada con las tendencias de medicina veterinaria digital.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se clasificó como una investigación experimental de diseño cuantitativo, dado que se fabricó un prototipo funcional de una plataforma mecatrónica de movilidad asistida y se sometió a pruebas controladas en condiciones reales de uso. El alcance de la investigación se definió como descriptivo y explicativo, ya que se caracterizaron las variables físicas involucradas (peso, estabilidad, desplazamiento y sensorización) y se analizaron los efectos del sistema sobre la movilidad asistida de los canes de pequeño tamaño.

Diseño mecánico

La estructura fue modelada en CAD y fabricada con aluminio ligero y ruedas de poliuretano, asegurando resistencia y estabilidad en canes ≤ 4 kg. Incluye soporte ergonómico acolchado para cadera y extremidades posteriores, ajustable a distintas morfologías.

Sistema de adquisición de datos y control

El sistema se basa en un ESP32, programado en Arduino IDE para gestionar sensores:

- DHT22 para temperatura.
- HC-SR04 para distancia a obstáculos.
- Encoder óptico para velocidad de marcha.

Los datos se transmitieron vía Bluetooth a una aplicación móvil creada en MIT App Inventor, que muestra las variables en tiempo real.

Validación experimental

La validación de la plataforma se realizó mediante pruebas controladas en canes de raza pequeña ($n = 5$) pertenecientes a la Fundación Patitas del Cambio, todos con diagnóstico clínico de limitación motriz en las extremidades posteriores. Se evaluaron ergonomía, estabilidad, funcionalidad de sensores y aceptación del dispositivo. Los ensayos consistieron en caminatas de 10–20 minutos en superficies lisas y rugosas. La observación veterinaria registró indicadores de comodidad, rechazo o fatiga.

Análisis de datos

Los registros fueron exportados en CSV y procesados en MATLAB R2025a para análisis descriptivo y elaboración de gráficas. Se evaluó conectividad inalámbrica en rangos de 5–10 m y autonomía energética.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pruebas confirmaron la estabilidad de la estructura y la aceptación progresiva de los canes. La Tabla 1 resume los parámetros promedios observados. La velocidad de marcha se mantuvo en 0.30 m/s, dentro de rangos fisiológicos. La temperatura registrada osciló en 24.5 °C, adecuada para confort animal. El sensor ultrasónico detectó obstáculos hasta 120 cm, garantizando seguridad. La autonomía promedio fue de 100 minutos y la transmisión estable en 10 m, sin pérdidas significativas.

Tabla 1

Parámetros promedio registrados durante las pruebas de campo en canes de pequeño tamaño (n = 5).

Parámetro evaluado	Rango observado	Valor promedio	Observaciones principales
Velocidad de desplazamiento	0.22 – 0.38 m/s	0.30 m/s	Rango fisiológico adecuado para canes pequeños
Temperatura	22 – 27 °C	24.5 °C	Dentro de límites seguros
Distancia a obstáculos	10 – 120 cm	85 cm	Respuesta efectiva ante obstáculos cercanos
Autonomía de batería	90 – 110 min	100 min	Dependiente de la intensidad de uso
Alcance de transmisión Bluetooth	8 – 12 m	10 m	Sin pérdidas de datos significativas

Nota. Valores obtenidos en pruebas controladas con cinco canes de raza pequeña (≤ 4 kg) en superficies lisas y rugosas.

La Figura 1 presenta el sistema final implementado en un can de raza pequeña con discapacidad en las extremidades posteriores, junto con la interfaz de la aplicación móvil para monitoreo inteligente. A la izquierda se observa la estructura mecánica en aluminio ligero, equipada con un sistema de sujeción acolchado que garantiza ergonomía y previene lesiones dérmicas. Las ruedas traseras de poliuretano proporcionan estabilidad en superficies de distinta rugosidad, mientras que sobre el chasis se integró el módulo ESP32 con batería recargable y un panel solar auxiliar, lo que demuestra la posibilidad de incorporar fuentes de energía renovable al sistema. En el lado derecho de la figura se presenta la interfaz de la aplicación móvil “Walking Pets”, que permite enlazar el dispositivo vía Bluetooth, verificar el estado de conexión y visualizar en tiempo real las variables de sensorización: temperatura, velocidad y distancia a obstáculos. La combinación de hardware y software proporciona una solución integral que no solo facilita la locomoción, sino que además ofrece datos objetivos para la supervisión clínica del animal. Esta característica distingue al presente trabajo de los modelos tradicionales de sillas de ruedas para mascotas, que carecen de monitoreo digital (Macri et al., 2015).

Figura 1

Plataforma mecatrónica de movilidad asistida y aplicación móvil de monitoreo inteligente.



Nota. Plataforma mecatrónica de movilidad asistida acoplada a las extremidades posteriores de un can de raza pequeña y la interfaz de la aplicación móvil utilizada para el monitoreo en tiempo real.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de la plataforma mecatrónica de movilidad asistida para canes de pequeño tamaño con discapacidad en las extremidades posteriores demostró ser una solución innovadora y viable tanto desde el punto de vista técnico como desde el enfoque de bienestar animal. La integración de una estructura mecánica ligera y ergonómica permitió garantizar estabilidad y comodidad durante el desplazamiento, facilitando la adaptación progresiva de los animales al dispositivo. La incorporación de un sistema de adquisición de datos basado en ESP32 posibilitó el monitoreo en tiempo real de variables relevantes como la temperatura, la velocidad de marcha y la distancia a obstáculos, lo que constituye un valor agregado frente a los modelos tradicionales de sillas de ruedas veterinarias.

Los resultados obtenidos evidencian que la plataforma cumple con los objetivos planteados al combinar movilidad asistida con herramientas de sensorización e IoT, proporcionando información útil para el cuidador y para la toma de decisiones clínicas en rehabilitación. Asimismo, se verificó que la transmisión inalámbrica de datos fue estable en un rango de 10 metros, mientras que la autonomía energética superó los 90 minutos de uso continuo, lo que confirma la eficiencia del sistema electrónico implementado.

En términos de impacto, este trabajo contribuye al avance de la biomecatrónica veterinaria al demostrar que es posible fabricar dispositivos de bajo costo y alto rendimiento aplicables en contextos de atención animal, particularmente en fundaciones y entornos con recursos limitados. La combinación de diseño mecánico, sensorización y monitoreo digital posiciona a esta plataforma como una alternativa práctica y replicable, con potencial para ser escalada y mejorada en futuras versiones que incorporen algoritmos de inteligencia artificial para la detección temprana de patrones de fatiga o dolor.

REFERENCIAS

Benjaminse, A., Webster, K., Kimp, A., Meijer, M., & Gokeler, A. (2019). Revised approach to the role of fatigue in anterior cruciate ligament injury prevention: A systematic review with meta-analyses. *Sports Medicine*, 49(4), 565–586.
<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01052-6>

- De Oliveira, K., & Da Silva Gomes, L. (2024). Ergonomic wheelchair for paraplegic dogs with resting mechanism. *Journal of Civil Engineering Research & Technology*, 6(1), 166. [https://doi.org/10.47363/jcert/2024\(6\)166](https://doi.org/10.47363/jcert/2024(6)166)
- Erazo, A., Pinto, K., Choi, Y., & Ko, S. (2024). Assessment of a continuous passive motion assistive device in dogs following stifle surgery. *Veterinary Journal*, 106160. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106160>
- Henea, M. E., Şindilar, E. V., Burtan, L. C., Mihai, I., Grecu, M., Anton, A., & Solcan, G. (2023). Recovery of spinal walking in paraplegic dogs using physiotherapy and supportive devices to maintain the standing position. *Animals*, 13(4), 1398. <https://doi.org/10.3390/ani13081398>
- Jukan, A., Masip-Bruin, X., & Amla, N. (2016). Smart computing and sensing technologies for animal welfare. *ACM Computing Surveys*, 50(1), 1–27. <https://doi.org/10.1145/3041960>
- Macrì, S., Mainetti, L., Patrono, L., Pieretti, S., Secco, A., & Sergi, I. (2015). A web-based software system for behavior analysis of laboratory animals. *Journal of Communications Software and Systems*, 11(2), 70–79. <https://doi.org/10.24138/JCOMSS.V11I2.105>
- Maharajpet, S., P., L., & S., P. (2024). A review on wearable devices for animal health monitoring. *East African Scholars Journal of Engineering and Computer Sciences*, 7(2), 1–8. <https://doi.org/10.36349/easiecs.2024.v07i02.001>
- Mendoza-DeCal, R., Peso-Fernandez, S., & Rodriguez-Quiros, J. (2023). Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow. *Research in Veterinary Science*, 162, 104960. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.104960>
- Park, S., Shou, W., Makatura, L., Matusik, W., & Fu, K. (2022). 3D printing of polymer composites: Materials, processes, and applications. *Matter*, 5(2), 466–487. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.10.018>
- Pereira, D., Schwab, M., Ferrarin, D., Ripplinger, A., Aiello, G., Herculano, L., Wrzesinski, M., Rauber, J., Moro, S., & Mazzanti, A. (2019). Vertebral fractures and luxation in dogs. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1), 451. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.95140>
- Prankel, S., Corbett, M., Bevins, J., & Davies, J. (2016). Biomechanical analysis in veterinary practice. *In Practice*, 38(4), 176–187. <https://doi.org/10.1136/inp.i1458>
- Webber, S., Cobb, M. L., & Coe, J. (2022). Welfare through competence: A framework for animal-centric technology design. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 885973. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.885973>
- Whitford, M., Whitford, M., & Klimley, A. (2019). An overview of behavioral, physiological, and environmental sensors used in animal biotelemetry and biologging studies. *Animal Biotelemetry*, 7(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40317-019-0189-z>
- Wu, G., Shi, H., Che, M., Huang, M., Wei, Q., Feng, B., Wang, L., Jiang, B., Wang, Y., Han, I., Ling, E., Zeng, X., & Zeng, Y. (2018). Recovery of paralyzed limb motor function in canine with complete spinal cord injury following implantation of MSC-derived neural network tissue. *Biomaterials*, 181, 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2018.07.010>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-83>

CLAVES PARA LA ECONOMIA SUSTENTABLE, EL BIENESTAR SOCIAL Y LA PARTICIPACION CIUDADANA EN ECOSISTEMAS LAGUNARES URBANO-COSTEROS

Ixtepan Turrent, María del Carmen

Doctorando Universidad Americana de Europa
Av. Bonampak Sm. 6-Mz. 1, Lt. 1, 77500 Cancún, Q.R., México
E-mail: arg.ixtepan.turrent@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2274-232x>

Colmenero Fonseca, Fabiola

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València;
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.
E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es
Investigadora en el Departamento de Formación. Universidad Americana de Europa.
Av. Bonampak Sm. 6-Mz. 1, Lt. 1, 77500 Cancún, Q.R., México
E-mail: fabiola.colmenero@aulagrupo.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>

Palomino Bernal, Juan Francisco

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán,
Av. Tecnológico #100, Ciudad Guzmán, Jalisco, México.
E-mail: juan.pb@cdguzman.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5561-7943>

RESUMEN

El desarrollo de las ciudades costeras ha estado vinculado históricamente a la riqueza ecosistémica de sus entornos, impulsando actividades como comercio marítimo, pesca y turismo. Sin embargo, el crecimiento urbano acelerado, acompañado de un aumento poblacional del 28.7 % en zonas metropolitanas costeras de México entre 2000 y 2020, ha intensificado la presión sobre ecosistemas lagunares y aumentado la vulnerabilidad social y ambiental frente al cambio climático. México cuenta con más de 12,000 km² de lagunas costeras, de las cuales el 68 % presenta algún grado de alteración ecológica, lo que evidencia la urgencia de estrategias de gestión sostenibles. Respecto al trabajo está centrado en el área metropolitana de Veracruz, donde se aplicó la metodología MuSIASEM para evaluar gobernanza, seguridad hídrica, participación ciudadana, economía circular y biodiversidad. El estudio de enfoque mixto, incluyó 42 entrevistas semiestructuradas, dos talleres participativos y un análisis espacial de nueve lagunas interdunarias, permitiendo así identificar tanto el estado ecológico como la percepción social. Los resultados mostraron una disposición comunitaria del 82 % a participar en conservación y estimaron un potencial económico cercano a 4.7 millones de pesos anuales mediante actividades ecoturísticas integradas a planes urbanos sostenibles. Estos hallazgos evidencian que la participación ciudadana constituye un elemento clave para fortalecer resiliencia urbana, vincular economía local con conservación del capital natural y mitigar efectos del cambio climático. Veracruz muestra así que la gestión colaborativa y la planificación urbana sostenible son determinantes para construir territorios costeros más resilientes y replicables en otras regiones de México y América Latina.

Palabras clave: Bienestar socioambiental, economía sostenible, participación ciudadana, planificación urbana sostenible, ecosistemas lagunares interdunarios, resiliencia urbana, cambio climático.

ABSTRACT

The development of coastal cities has historically been linked to the ecosystem richness of their environments, driving activities such as maritime trade, fishing, and tourism. However, accelerated urban growth, accompanied by a 28.7% population increase in Mexico's coastal metropolitan areas between 2000 and 2020, has intensified pressure on lagoon ecosystems and increased social and environmental vulnerability to climate change. Mexico has more than 12,000 km² of coastal lagoons, 68% of which show some degree of ecological alteration, highlighting the urgent need for sustainable management strategies. This work focuses on the metropolitan area of Veracruz, where the MuSIASEM methodology was applied to assess governance, water security, citizen participation, the circular economy, and biodiversity. The mixed-approach study included 42 semi-structured interviews, two participatory workshops, and a spatial analysis of nine inter-dune lagoons, allowing for the identification of both the ecological status and social perceptions. The results showed an 82% community willingness to participate in conservation and estimated an economic potential of approximately 4.7 million pesos annually through ecotourism activities integrated into sustainable urban plans. These findings demonstrate that citizen participation is a key element in strengthening urban resilience, linking the local economy with the conservation of natural capital, and mitigating the effects of climate change. Veracruz thus demonstrates that collaborative management and sustainable urban planning are crucial for building more resilient coastal territories that can be replicated in other regions of Mexico and Latin America.

Keywords: Socio-environmental well-being, sustainable economy, citizen participation, sustainable urban planning, interdunary lagoon ecosystems, urban resilience, climate change.

1. INTRODUCCIÓN

En las regiones costeras, los ecosistemas lagunares interdunarios desempeñan un papel esencial en la regulación hídrica, mitigación del cambio climático, conservación de biodiversidad y control de microclimas urbanos. En México, la urbanización acelerada y la expansión portuaria ejercen presión sobre estos ecosistemas, generando degradación y pérdida de funciones críticas. La zona metropolitana de Veracruz representa un caso paradigmático, pues las lagunas interdunarias han sufrido alteraciones que afectan tanto a comunidades locales como a la resiliencia urbana frente a inundaciones y fenómenos extremos (Chen et al., 2024; Gorton and Shaw, 2023).

Esta Investigación aporta a la planificación urbana sostenible integrando ecosistemas al diseño urbano y promoviendo políticas de gobernanza ambiental y participación ciudadana, aspectos poco considerados en marcos normativos actuales. Estudios recientes confirman que las ciudades requieren ecosistemas productivos para sostener su metabolismo urbano y social (Hassan et al., 2022) y que la relación entre naturaleza y sociedad constituye la base del bienestar urbano (Das et al., 2024). La incorporación de infraestructura verde aporta beneficios comprobados en sostenibilidad y resiliencia (Herath and Bai, 2024). El objeto de estudio son las lagunas interdunarias del área metropolitana de Veracruz, enfatizando la participación ciudadana y la gobernanza multiescalar para su conservación y sostenibilidad. La pregunta de investigación: ¿Como la participación ciudadana y las políticas ecosistémicas, fortalece la resiliencia urbana y promover la sostenibilidad de las lagunas interdunarias en ciudades costeras? La hipótesis

sostiene que, si la participación ciudadana se articula con normativas que reconozcan a las lagunas interdunarias como unidades de gestión ambiental, se fortalecerá la resiliencia urbana, los servicios ecosistémicos y el bienestar socioeconómico. Los objetivos son: evaluar el estado actual de las lagunas, identificar percepciones ciudadanas sobre conservación y ecoturismo, analizar la viabilidad institucional y técnica de su integración en la planificación urbana y proponer lineamientos de gestión basados en gobernanza multinivel. Se busca contribuir a un modelo replicable de planificación urbana costera que integre ecosistemas interdunarios como infraestructura verde esencial para el bienestar humano y la resiliencia climática, acorde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 11 y 13, que vincula infraestructura verde y participación social con reducción de inundaciones, control térmico y mejoramiento de calidad de vida (Khodadad et al., 2025; Lara-Valencia et al., 2022; Ramos-Palacios et al., 2024).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El redireccionamiento de políticas públicas hacia prácticas urbanas innovadoras, especialmente en contextos con ecosistemas naturales aún presentes, constituye una estrategia clave para fortalecer el bienestar social y ambiental. Esta visión reconoce la relación intrínseca entre la naturaleza y el ser humano como base estructural del bienestar en la dinámica urbana contemporánea (Das et al., 2024). Diversos autores han construido un marco teórico robusto en torno a sostenibilidad, ecosistemas urbanos y gobernanza ambiental. Hassan et al. (2022) destacan la necesidad de ecosistemas productivos para la funcionalidad urbana, mientras que James and Douglas (2023) introducen el concepto de “teleconexiones urbano-terrestres”, que visibiliza la dependencia de las ciudades de ecosistemas cercanos y lejanos para sostener sus flujos económicos y ambientales. Por otro lado Chen et al. (2024) alertan sobre la vulnerabilidad urbana derivada de la degradación de ecosistemas, ilustrada por casos como el huracán Katrina. Desde la prospectiva, Herath and Bai (2024) proponen integrar sistemas naturales como infraestructura verde esencial de las ciudades. El análisis literario se desarrolla mediante una tabla comparativa para mejorar la comprensión (ver tabla 1).

Tabla 1.
Revisión literaria de autores clave contemplados para el estudio.

Autor/a	Año	Aporte principal	Aplicación al caso Veracruz
(Hassan et al., 2022)	2022	Ecosistemas productivos como base de la funcionalidad urbana	Fundamenta la necesidad ecológica de integrar lagunas interdunarias
(James and Douglas, 2023)	2012	Teleconexiones urbano-terrestres	Visibiliza la dependencia externa de ecosistemas para sostener la ciudad
(Chen et al., 2024)	2010	Impacto de la urbanización sobre la resiliencia ecológica	Explica la vulnerabilidad ante desastres si se degradan ecosistemas
(Herath and Bai, 2024)	2014	Ciudades inteligentes con infraestructura verde integrada	Justifica integrar lagunas en la planificación urbana metropolitana
(Das et al., 2024)	2024	Relación naturaleza-sociedad como base del bienestar urbano	Refuerza el enfoque ecosistémico en políticas públicas urbanas

Nota: la revisión fue desarrollada con autores clave centrados en trabajos robustos.

Este marco teórico subraya que los entornos naturales son componentes estructurales de la resiliencia urbana. Sin embargo, las lagunas interdunarias de Veracruz permanecen excluidas de normativas y presupuestos, lo que refleja la desconexión entre ecosistemas y planificación urbana. Esta exclusión se relaciona con la fragmentación urbana, fenómeno en el que la ciudad se compone de sectores desconectados física y socialmente, profundizando desigualdades. Gorton and Shaw (2023) señalan una fragmentación traducida en islas urbanas, donde

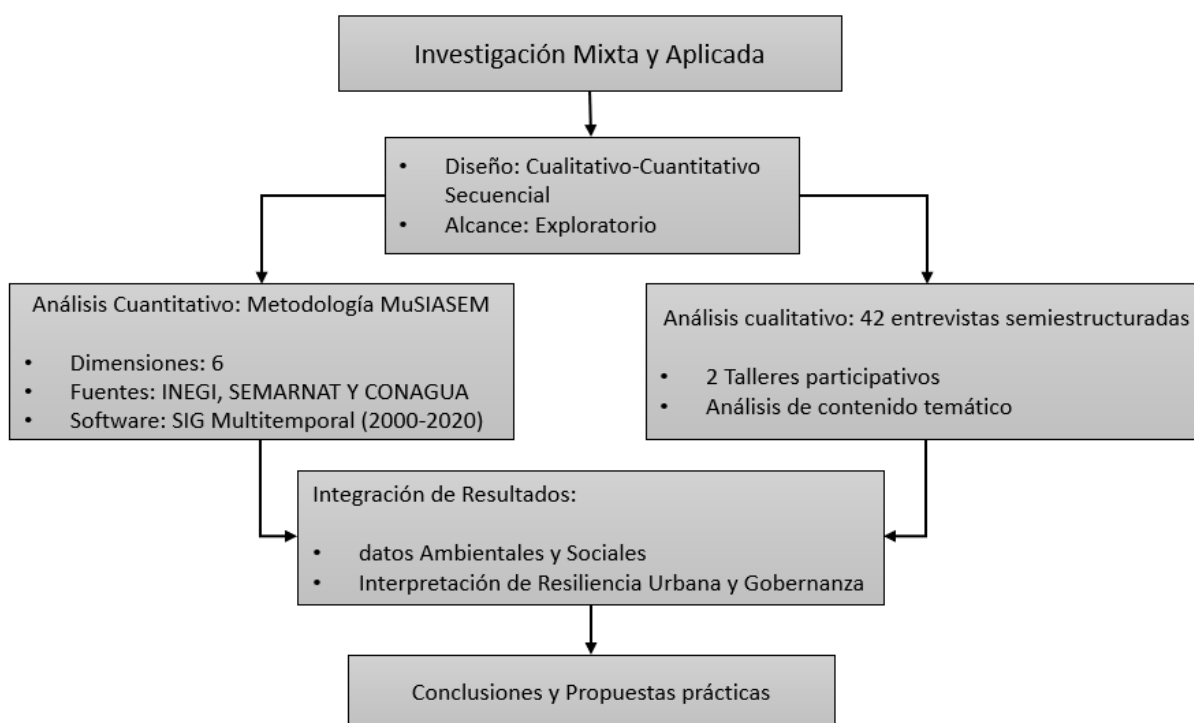
urbanizaciones cerradas y segregación socioespacial refuerzan distancias entre grupos sociales y con los ecosistemas naturales.

En este contexto, la integración de las lagunas interdunarias en la gobernanza urbana representa una oportunidad para superar la fragmentación socio-ecológica y construir modelos urbanos más resilientes y equitativos.

La investigación es de tipo mixto y aplicado, combinando análisis documental y trabajo de campo para generar propuestas prácticas. Se diseñó como un estudio cualitativo-cuantitativo secuencial, donde los resultados cuantitativos de indicadores ambientales se complementaron con percepciones sociales, siguiendo metodologías consolidadas (Creswell and Clark, 2017). El alcance fue exploratorio y descriptivo al caracterizar el estado de los ecosistemas interdunarios y correlacional al vincular variables ambientales con participación ciudadana y gobernanza, la figura 2 muestra la metodología descrita de manera gráfica.

Figura 2

Metodología mixta aplicada en el presente trabajo.



Nota: la figura muestra el flujo metodológico desarrollado en el presente trabajo.

Los procedimientos incluyeron la selección de nueve lagunas interdunarias en el municipio de Veracruz, considerando cercanía urbana y grado de deterioro ambiental. Para el análisis cuantitativo, se aplicó la metodología MuSIASEM en cinco dimensiones: gobernanza, seguridad hídrica, biodiversidad, economía circular y participación ciudadana. Se utilizaron datos de fuentes gubernamentales y abiertas como INEGI, SEMARNAT y CONAGUA, además de análisis espacial multitemporal con SIG en el periodo 2000-2020. El análisis cualitativo comprendió 42 entrevistas semiestructuradas a autoridades, académicos, líderes comunitarios y empresarios,

así como dos talleres participativos con habitantes locales. Los datos se procesaron mediante análisis de contenido temático (Neuendorf, 2018). Este enfoque metodológico integra datos ambientales y sociales para comprender las interacciones entre urbanización, gobernanza y resiliencia urbana, alineándose con tendencias recientes en infraestructura verde y servicios ecosistémicos (Muñoz-Pacheco and Villaseñor, 2022; Suárez et al., 2024).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis espacial mostró que, entre 2000 y 2020 datos obtenidos del CONAGUA, que el área urbanizada alrededor de las lagunas interdunarias creció 32-35 %, invadiendo zonas de regulación hídrica y aumentando en 45 % el riesgo de inundaciones. Estas transformaciones se correlacionan con pérdida de cobertura vegetal y fragmentación del ecosistema, lo cual coincide con estudios latinoamericanos que relacionan la expansión urbana no planificada con reducción de resiliencia ecológica (Chen et al., 2024; Velasco et al., 2024).

Los resultados cualitativos indican que entre 81 y 85 % de la población reconoce el valor ambiental de las lagunas, y 78 % participaría en su conservación mediante vigilancia y voluntariado. Sin embargo, menos del 25 % conoce marcos normativos que contemplen su protección, evidenciando un vacío jurídico y presupuestario. Esto coincide con estudios que subrayan la necesidad de reconocer ecosistemas urbanos como infraestructura verde esencial (Herath and Bai, 2024; James and Douglas, 2023). Los talleres participativos revelaron una alta demanda de espacios públicos ecológicos, propuestas de ecoturismo y restauración ambiental. El potencial económico se estima en más de 5 millones de pesos anuales, con generación de hasta 150 empleos locales, además de beneficios ambientales como reducción de 2.5 °C en temperaturas urbanas y aumento del 18 % en biodiversidad. Estos resultados se alinean con evidencia internacional que vincula la restauración de humedales urbanos con mitigación de islas de calor y reducción de riesgos de inundación (Khodadad et al., 2025; Ramos-Palacios et al., 2024). Lo anterior evidencia que el reconocimiento formal de las lagunas interdunarias no solo cerraría un vacío jurídico, sino que podría detonar un modelo de planificación urbana que combine beneficios ecológicos, sociales y económicos de manera sostenible. Reflejando la tendencia en América Latina a priorizar el crecimiento económico inmediato sobre la sostenibilidad ecológica (Lara-Valencia et al., 2022; Muñoz-Pacheco and Villaseñor, 2022). A diferencia de manglares y arrecifes, las lagunas interdunarias permanecen invisibilizadas en normas y presupuestos, limitando su manejo.

4. CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

Los hallazgos confirman que las lagunas interdunarias del área metropolitana de Veracruz son esenciales para la resiliencia urbana y el bienestar social, al proveer regulación hídrica, biodiversidad y oportunidades económicas sustentables. La hipótesis se valida al demostrar que la participación ciudadana, junto con políticas ecosistémicas, genera impactos positivos en la planificación urbana sostenible.

Respecto al aprovechamiento está limitado por la falta de reconocimiento legal y presupuestos específicos. Se requiere gobernanza multinivel, coordinación institucional y la inclusión de estas lagunas en planes de ordenamiento urbano. Experiencias nacionales e internacionales evidencian que la infraestructura verde, articula con participación social, fortalece la resiliencia climática y mejora la calidad de vida (Suárez et al., 2024; Velasco et al., 2024). El estudio ofrece un modelo replicable de planificación urbana costera que revaloriza estos ecosistemas como

infraestructura verde esencial, capaz de mitigar riesgos climáticos y contribuir al cumplimiento de los ODS.

Chen, M., Xu, X., Tan, Y., Lin, Y., 2024. Assessing ecological vulnerability and resilience-sensitivity under rapid urbanization in China's Jiangsu province. *Ecol Indic* 167, 112607. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112607>

Creswell, J.W., Clark, V.L.P., 2017. Designing and conducting mixed methods research. Sage publications. Accessed on July 14, 2025. Available online: https://books.google.com.mx/books/about/Designing_and_Conducting_Mixed_Methods_R.html?id=eTwmDwAAQBAJ&redir_esc=y

Das, S., Choudhury, M.R., Chatterjee, B., Das, P., Bagri, S., Paul, D., Bera, M., Dutta, S., 2024. Unraveling the urban climate crisis: Exploring the nexus of urbanization, climate change, and their impacts on the environment and human well-being – A global perspective. *AIMS Public Health* 11, 963–1001. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2024050>

Gorton, A.J., Shaw, A.K., 2023. Using theoretical models to explore dispersal variation and fragmentation in urban environments. *Popul Ecol* 65, 17–24. <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12135>

Hassan, D.K., Hewidy, M., El Fayoumi, M.A., 2022. Productive urban landscape: Exploring urban agriculture multi-functionality practices to approach genuine quality of life in gated communities in Greater Cairo Region. *Ain Shams Engineering Journal* 13, 101607. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.003>

Herath, P., Bai, X., 2024. Benefits and co-benefits of urban green infrastructure for sustainable cities: six current and emerging themes. *Sustain Sci* 19, 1039–1063. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01475-9>

James, P., Douglas, I., 2023. Urban Ecology. Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9781003295297>

Khodadad, M., Sanei, M., Aguilar-Barajas, I., Cárdenas-Barrón, L.E., Ramírez-Orozco, A.I., Rizzo, A., Khan, A.Z., 2025. Green infrastructure site prioritization to improve urban flood resilience in Monterrey and Brussels using a decision support model. *Sci Rep* 15, 10744. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94851-z>

Lara-Valencia, F., Garcia, M., Norman, L.M., Anides Morales, A., Castellanos-Rubio, E.E., 2022. Integrating Urban Planning and Water Management Through Green Infrastructure in the United States-Mexico Border. *Frontiers in Water* 4. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.782922>

Muñoz-Pacheco, C.B., Villaseñor, N.R., 2022. Urban Ecosystem Services in South America: A Systematic Review. *Sustainability* 14, 10751. <https://doi.org/10.3390/su141710751>

Neuendorf, K.A., 2018. Content analysis and thematic analysis, in: *Advanced Research Methods for Applied Psychology*. Routledge. Accessed on July 14, 2025. Available online: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315517971-21/content-analysis-thematic-analysis-kimberly-neuendorf>

- Ramos-Palacios, C.R., Banda-Escalante, M.E., Barba-Romo, C.F., Cisneros-Vidales, A.A., Rodríguez-Herrera, J.G., 2024. Effective green cover and equipment–infrastructure attributes of public green spaces in a Mexican metropolitan area. *Frontiers in Sustainable Cities* 6. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1470693>
- Suárez, M., Rieiro-Díaz, A.M., Alba, D., Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Ametzaga-Arregi, I., 2024. Urban resilience through green infrastructure: A framework for policy analysis applied to Madrid, Spain. *Landsc Urban Plan* 241, 104923. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104923>
- Velasco, J.A., Luna-Aranguré, C., Calderón-Bustamante, O., Mendoza-Ponce, A., Estrada, F., González-Salazar, C., 2024. Drivers of urban biodiversity in Mexico and joint risks from future urban expansion, climate change, and urban heat island effect. *PLoS One* 19, e0308522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308522>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-84>

DE LA NATURALEZA AL DISEÑO MOLECULAR: CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y ENERGÉTICA DE UN DERIVADO DE MEDICARPINA

García Zavala, Stephanie

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

1106886k@umich.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6750-3664>

Aviña Verduzco, Judit A.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

jaavina@umich.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1266-5849>

Herrera Bucio, Rafael

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

rafael.herrera.bucio@umich.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6147-4352>

Jiménez Cruz, J. Carlos

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

juan.carlos.jimenez@umich.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6527-9204>

Villanueva Mejía, Francisco

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México

fvillamejia@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0110-8649>

Morales Palacios, Fredy Geovannini

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5650-2187>

RESUMEN

La presente investigación se centra en la extracción natural de medicarpina a partir de fuentes vegetales, considerándola como la molécula parental para la generación de derivados. En particular, se sintetizó un derivado *p*-nitrobenzoato mediante funcionalización selectiva del grupo hidroxilo, complementada con su elucidación estructural por RMN en estado líquido. Posteriormente, se realizaron estudios cristalográficos para caracterizar la estructura en el estado sólido, incluyendo el análisis de superficies de Hirshfeld y cálculos de contribuciones energéticas mediante DFT, permitiendo evaluar la estabilidad y disposición energética de la red cristalina.

Este enfoque integrado combina extracción natural, síntesis selectiva, cristalografía y modelado computacional, proporcionando un análisis detallado del comportamiento supramolecular del compuesto derivado y ofreciendo evidencia química, física y matemática que respalda su potencial aplicación en el desarrollo de futuros candidatos farmacológicos o materiales tecnológicos. Los resultados muestran que la modificación del grupo hidroxilo conserva la integridad estructural de la molécula parental e introduce nuevas propiedades estructurales y energéticas, ampliando las posibilidades de diseño molecular y funcionalización de los alcaloides isoflavonoides, en conjunto, este estudio establece un modelo riguroso para futuras investigaciones en la química de productos naturales.

Palabras clave: Isoflavonoides, Derivatización, Caracterización, Difracción de rayos X, Descomposición energética.

ABSTRACT

This study focuses on the natural extraction of medicarpin from plant sources, considering it as the parent molecule for the generation of derivatives. Specifically, a *p*-nitrobenzoate derivative was synthesized through selective functionalization of the hydroxyl group, complemented by structural elucidation using NMR in solution. Subsequently, crystallographic studies were conducted to characterize the solid-state structure, including Hirshfeld surface analysis and evaluation of crystal energy contributions via DFT, allowing assessment of the stability and energetic arrangement of the crystal lattice. This integrated approach combines natural extraction, selective synthesis, crystallography and computational modeling, providing a detailed analysis of the supramolecular behavior of the derivative compound and offering chemical, physical, and mathematical evidence supporting its potential application in the development of future drug candidates or technological materials. The results show that hydroxyl group modification preserves the structural integrity of the parent molecule while introducing new structural and energetic properties, expanding the possibilities for molecular design and functionalization of isoflavonoid alkaloids. Overall, this study establishes a rigorous model for future research in natural product chemistry.

Keywords: Isoflavonoids, Derivatization, Characterization, X-ray Diffraction, Energy Decomposition.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación de metabolitos secundarios de plantas ha demostrado ser una fuente valiosa de compuestos bioactivos con potencial farmacológico y químico (Finefield et al., 2012; Wang et al., 2024). México, debido a su vasta biodiversidad, se destaca por el descubrimiento y aislamiento de metabolitos que han sido utilizados en la medicina tradicional desde épocas ancestrales y que actualmente constituyen un foco de atención para identificar nuevos candidatos a fármacos con propiedades farmacocinéticas favorables y una amplia distribución en la naturaleza (Hernández-García et al., 2021; Lu et al., 2023).

Entre estos compuestos, los alcaloides isoflavonoides, como la medicarpina, han atraído interés debido a sus propiedades biológicas, medicinales y su relevancia en química orgánica sintética (Martínez-Sotres et al., 2012; Mansoori et al., 2020). La medicarpina, un pterocarpano derivado de los isoflavonoides se encuentra en numerosos géneros de leguminosas a nivel mundial. Su estructura química, caracterizada por anillos fusionados que confieren rigidez molecular, facilita interacciones supramoleculares que pueden mejorar su solubilidad y absorción, atributos clave en el diseño de fármacos (Nangia, 2010; Ballester & Alessandro, 2019).

Aunque la medicarpina ha sido ampliamente estudiada como candidato farmacológico, aún ofrece oportunidades para la generación de una familia de derivados mediante funcionalización

en posiciones estratégicas, favoreciendo interacciones supramoleculares que optimicen disolución, absorción o afinidad con moléculas diana que reconocen su esqueleto (Shen et al., 2024; Li et al., 2021). La obtención de estos compuestos a partir de fuentes naturales resulta especialmente atractiva, ya que los métodos de extracción permiten un aislamiento en cantidades suficientes para estudios posteriores y favorecen la realización de investigaciones más amplias (Wang et al., 2019). Adicionalmente, este estudio incorpora la síntesis y caracterización del estado sólido cristalino del derivado *p*-nitrobenzoato, mediante cristalografía de rayos X de monocristal y cálculos de descomposición energética del cristal basados en DFT (Teoría del Funcional de la Densidad), proporcionando un modelo preciso para el análisis de propiedades moleculares y supramoleculares (Spackman et al., 2021; Mackenzie et al., 2017).

2. MARCO CONCEPTUAL

El estudio de metabolitos secundarios y sus derivados requiere comprender tanto la bioactividad como las interacciones supramoleculares que determinan propiedades físico-químicas relevantes. Los pterocarpanos, como la medicarpina, presentan estructuras rígidas que favorecen la formación de interacciones intermoleculares específicas, incluyendo enlaces de hidrógeno, interacciones π - π y fuerzas de van der Waals, esenciales para mejorar solubilidad y afinidad hacia moléculas biológicas (Nangia, 2010; Webber & Langer, 2017; Yao et al., 2016).

El análisis de derivados químicos permite explorar cómo modificaciones en grupos funcionales – como alcoholes, metoxilos y anillos aromáticos – impactan el comportamiento supramolecular, optimizando características farmacológicas y tecnológicas (Sharma et al., 2024; Finefield et al., 2012). La cristalografía de rayos X de monocristal proporciona información detallada sobre la disposición molecular y la geometría de interacciones en el estado sólido, complementada por cálculos de energía basados en DFT, que permiten cuantificar la contribución de diferentes interacciones a la estabilidad global de los cristales (Spackman et al., 2021; Mackenzie et al., 2017; Deesamer et al., 2009).

Asimismo, la integración de datos experimentales y computacionales facilita un análisis más completo de la relación estructura-función de los derivados de medicarpina, contribuyendo a la predicción de su comportamiento biológico y su potencial aplicación en el diseño de materiales funcionales (Nangia, 2010; Ballester & Alessandro, 2019; Mackenzie et al., 2017). Este enfoque evidencia cómo la química supramolecular y la caracterización cristalográfica constituyen herramientas esenciales para el desarrollo racional de compuestos bioactivos derivados de fuentes naturales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo corresponde a una investigación experimental con un componente teórico-computacional, desarrollada bajo un diseño cuantitativo orientado a la caracterización estructural y energética del derivado de un compuesto natural. Su alcance es descriptivo y explicativo, pues busca no solo aislar y caracterizar el derivado de una molécula parental de alto impacto en la farmacología, sino también comprender su organización supramolecular mediante cálculos de energía y modelado cristalográfico.

La (+)-(6aS, 11aS)-medicarpina (**1**) se aisló del duramen de *Dalbergia congestiflora* Pittier mediante extracción Soxhlet secuencial con *n*-hexano (*n*-Hex) y acetato de etilo (AcOEt) durante 4 horas, seguida de cromatografía en columna (*n*-Hex/AcOEt 97:3), obteniéndose la medicarpina como sólido blanco para síntesis y estudios estructurales.

El derivado *p*-nitrobenzoato (**2**) se obtuvo mediante funcionalización selectiva del grupo hidroxilo en condiciones anhidras, utilizando piridina como base y disolvente; todos los reactivos y disolventes fueron de grado analítico (Sigma-Aldrich/Merck) y se emplearon sin purificación adicional. Los disolventes *n*-Hex y AcOEt fueron destilados previamente mediante columna Vigreux.

La caracterización incluyó espectroscopía IR (Thermo Scientific Nicolet iS10), RMN en estado líquido (Varian Mercury Plus, 100 y 400 MHz), espectrometría de masas (Thermo Scientific ISQ CT) y punto de fusión (Fischer modelo 1237). La estructura cristalina del derivado fue determinada por difracción de rayos X de monocristal. Además, se efectuaron análisis de superficies de Hirshfeld y cálculos de contribuciones energéticas por DFT, mediante el software CrystalExplorer, evaluando la organización supramolecular y la estabilidad energética de la red cristalina.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

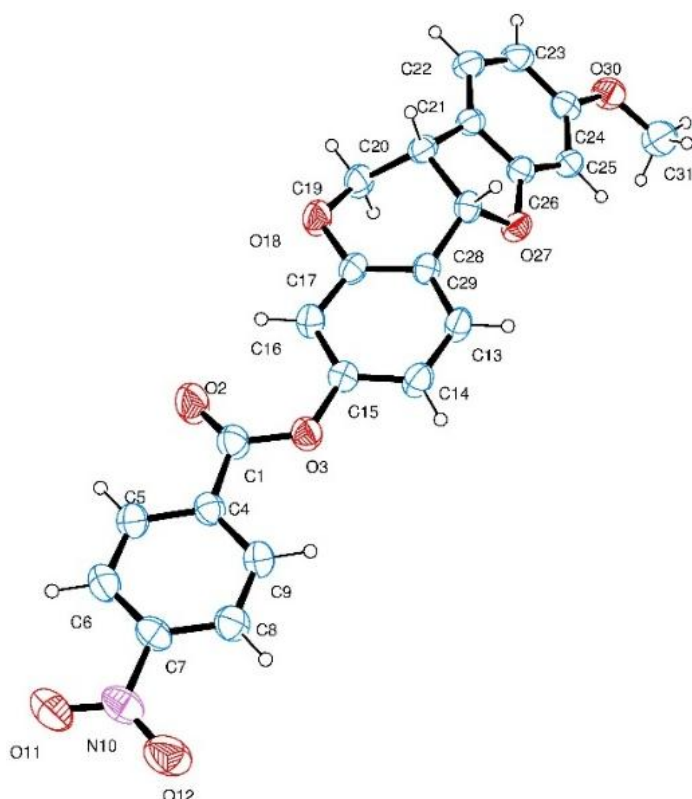
Se llevó a cabo el aislamiento de la (+)-(6a*S*, 11a*S*)-medicarpina (**1**) (condiciones descritas en *Materiales y Métodos*), la cual se utilizó como precursor en una esterificación selectiva con cloruro de *p*-nitrobenzoilo en condiciones anhidras y en atmósfera de nitrógeno, permitiendo obtener el derivado *p*-nitrobenzoato de medicarpina (**2**) en forma de cristales amarillos aciculares, tras purificación por cromatografía en columna. La estructura del producto se confirmó mediante RMN de ^1H y ^{13}C , que evidenció señales características del grupo nitrobenzoato y la metoxilación del núcleo benzofurano, así como por espectroscopía IR, donde se identificó la banda de estiramiento del carbonilo acilo (1734 cm^{-1}) y las absorciones del grupo nitro, y por espectrometría de masas, que exhibió un ion molecular $[\text{M}^+]$ en m/z 419, en concordancia con la fórmula calculada para $\text{C}_{23}\text{H}_{17}\text{NO}_7$.

En la Tabla 1 se presentan los parámetros cristalográficos de **2** a temperatura ambiente, los valores son consistentes con compuestos aromáticos oxigenados. Las dimensiones de la celda y la ausencia de centros de inversión confirman un empaquetamiento quiral, verificando la retención de la configuración absoluta de la medicarpina. La alta calidad de los datos de refinamiento permitió determinar con precisión tanto la geometría molecular como la disposición supramolecular, proporcionando evidencia sólida para los análisis complementarios de energía y estabilidad mediante DFT.

Tabla 1

Representación ORTEP (izq.) y parámetros cristalográficos de la estructura cristalina 2.

Datos del Cristal	
Fórmula química	$\text{C}_{23}\text{H}_{17}\text{NO}_7$
Peso molecular (M_r)	419.38
Sistema cristalino	Ortorrómbico
Grupo espacial	$P2_12_12_1$
Temperatura (K)	293
Dimensiones de la celda unitaria (Å)	$a=6.6717(6)$, $b=13.5236(12)$, $c=21.3751(17)$
B	90°
Volumen (V)	$1928.6(3)\text{ Å}^3$
No. de unidades moleculares en la celda unitaria (Z)	4
Tipo de radiación	Mo $K\alpha$



Tamaño del cristal (mm)

Difractómetro

No. de reflexiones medidas
independientes y observadas [$I > 2\sigma(I)$]

R_{int}
($\sin \theta/\lambda$) $_{max}$ ($\text{\AA}^{-1}$)

Refinamiento

$R[F^2 > 2\sigma(F^2)]$

$wR(F^2)$

S

No. de reflexiones

No. de parámetros

0.48 × 0.46 × 0.35

Oxford Diffraction

Xcalibur S

11708, 6160, 3770

0.029

0.758

0.061

0.121

1.09

6160

281

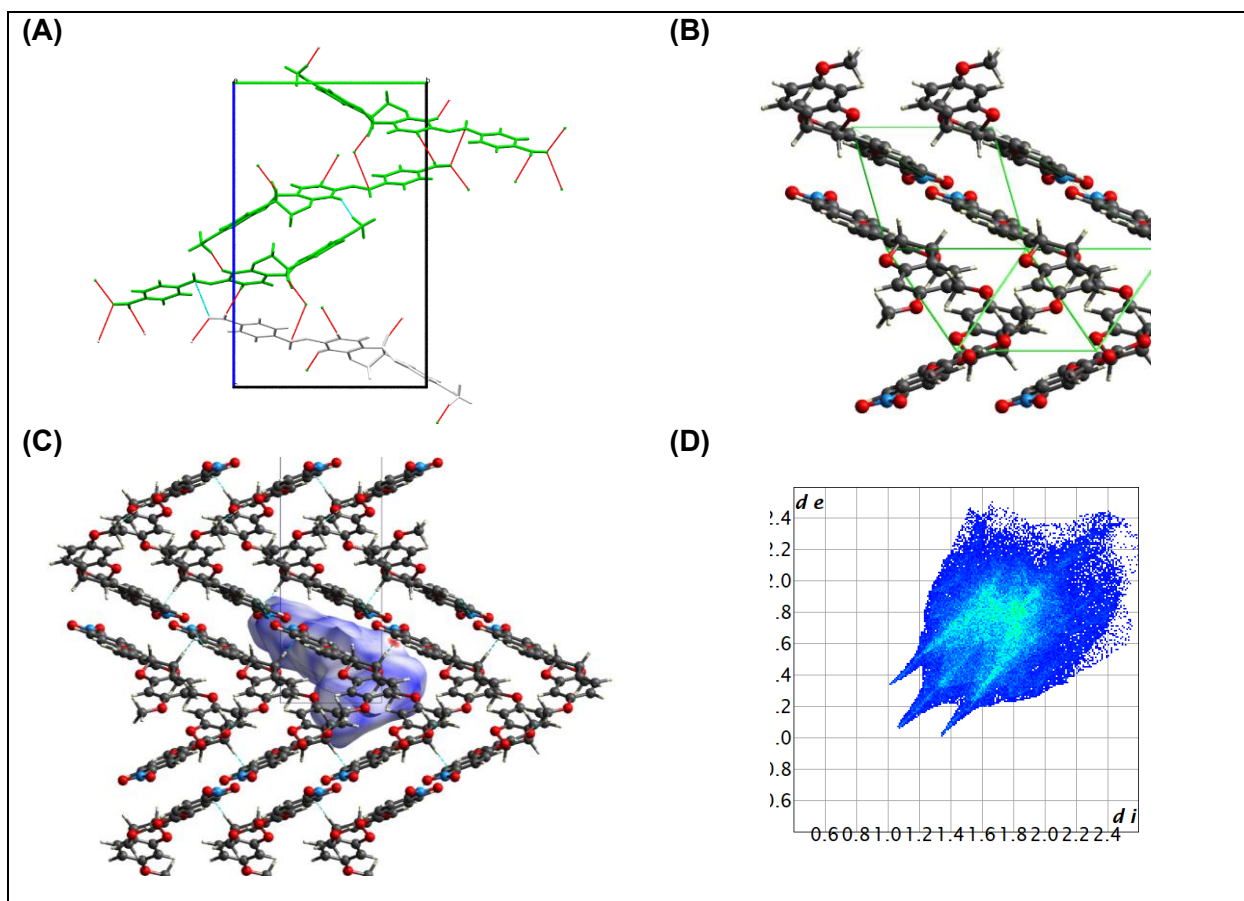
La Figura 1A presenta la celda unitaria del derivado 2, con la unidad asimétrica en blanco y los tres ejes C_2 del grupo espacial en verde. La Figura 1B muestra la red tridimensional en el plano b, donde las moléculas forman agregados definidos (clusters). Los cilindros verdes indican la dirección de las interacciones predominantes, confirmando que la energía de dispersión, derivada de contactos aromáticos y van der Waals, domina la cohesión pese a la presencia de grupos polares. El análisis del plano b revela cómo la conectividad supramolecular propaga estas fuerzas a lo largo de la celda, concordando con los cálculos DFT que muestran la dispersión como la interacción más significativa.

La Figura 1C presenta la superficie de Hirshfeld de un clúster molecular, donde las zonas rojas indican los dos puentes de hidrógeno presentes. El análisis cuantitativo, representado en la Figura 1D muestra el diagrama bidimensional de huella dactilar, indicando que predominan los contactos $H \cdots H$ (36.4%), seguidos de $O \cdots H/H \cdots O$ (32.4%) y $C \cdots H/H \cdots C$ (15.6%). El pico central agudo de $H \cdots H$ refleja un empaquetamiento cristalino dirigido y estable, favorecido por la funcionalización selectiva.

La combinación de interacciones supramoleculares definidas y una alta proporción de contactos cortos evidencia un equilibrio entre dispersión y enlaces de hidrógeno, reforzando la estabilidad de la red cristalina y destacando el potencial de la derivatización para modular interacciones en el diseño de materiales basados en isoflavonoides.

Figura 1

Empaquetamiento cristalino del derivado 2 a partir de (A) su celda unitaria mostrando la unidad asimétrica en blanco y los tres ejes C_2 del grupo espacial en verde; (B) la descomposición energética de la red cristalina; (C) la superficie de Hirshfeld y (D) la huella dactilar del conformero aislado.



5. CONCLUSIONES

La investigación demostró que la extracción de (+)-(6a*S*,11a*S*)-medicarpina (**1**) a partir de fuentes vegetales proporciona una molécula parental adecuada para la generación de derivados funcionalizados. La síntesis del derivado *p*-nitrobenzoato (**2**) mediante funcionalización selectiva permitió obtener la estructura molecular confirmada. Los estudios cristalográficos, complementados con análisis de superficies de Hirshfeld y cálculos de contribuciones energéticas por DFT revelaron un empaquetamiento ordenado que se estabiliza mayoritariamente bajo fuerzas de dispersión. Estos hallazgos muestran que la derivatización no solo mantiene la integridad estructural de la medicarpina, sino que modula sus propiedades energéticas y supramoleculares, ampliando las posibilidades de diseño molecular. En consecuencia, este estudio proporciona un modelo integral que combina extracción natural, síntesis selectiva, caracterización completa y modelado computacional que ofrece evidencia sólida para futuras aplicaciones en el diseño de materiales funcionales o en el desarrollo de nuevos candidatos farmacológicos basados en isoflavonoides.

REFERENCIAS

Ballester, P., & Alessandro, S. (2019). Supramolecular aspects in catalysis. *Frontiers in Chemistry*, 7, 174. <https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00174/full>

- Deesamer, S., et al. (2009). 9-Meth--oxy-6a,11a-di-methyl-6a,11a-di-hydro-6H-1-benzofuro[3,2-c]chromen-3-ol from *Dalbergia oliveri*. *Acta Crystallographica Section E*, 65(10), o2387. <https://doi.org/10.1107/S1600536809034485>
- Finefield, J. M., et al. (2012). Enantiomeric natural products: Occurrence and biogenesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 51(20), 4802–4836. <https://doi.org/10.1002/anie.201107204>
- Hernández-García, A., et al. (2021). Establishment of callus and cell suspensions cultures of *Dalbergia congestiflora* (Fabaceae) to (+)-medicarpin production. *Asian Journal of Plant Sciences*, 20(1), 109–115. <https://doi.org/10.3923/ajps.2021.109.115>
- Li, D., et al. (2021). Systems pharmacology approach uncovers the therapeutic mechanism of medicarpin against scopolamine-induced memory loss. *Phytomedicine*, 91, 153662. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153662>
- Lu, C., et al. (2023). Heterologous biosynthesis of medicarpin using engineered *Saccharomyces cerevisiae*. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 8(4), 749–756. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2023.11.003>
- Mackenzie, C. F., et al. (2017). CrystalExplorer model energies and energy frameworks: Extension to metal coordination compounds, organic salts, solvates and open-shell systems. *IUCrJ*, 4(5), 575–587. <https://doi.org/10.1107/S205225251700848X>
- Mansoori, M. N., et al. (2020). Medicarpin prevents arthritis in post-menopausal conditions by arresting the expansion of TH17 cells and pro-inflammatory cytokines. *International Journal of Immunopharmacology*, 82, 106299. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106299>
- Martínez-Sotres, C. (2012). Medicarpin, an antifungal compound identified in hexane extract of *Dalbergia congestiflora* Pittier heart-wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 69, 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.11.016>
- Nangia, A. (2010). Supramolecular chemistry and crystal engineering. *Journal of Chemical Sciences*, 122, 295–310. <https://doi.org/10.1007/s12039-010-0035-6>
- Sharma, A., et al. (2024). Polyphenol phytoalexins as the determinants of plant disease resistance. In *PPBSM* (pp. 243–274). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3334-1_10
- Shen, Z., et al. (2024). Medicarpin suppresses lung cancer cell growth in vitro and in vivo by inducing cell apoptosis. *Acta Pharmaceutica*, 74(1), 149–164. <https://doi.org/10.2478/acph-2024-0006>
- Spackman, P. R.; et al. (2021). CrystalExplorer: a program for Hirshfeld surface analysis, visualization and quantitative analysis of molecular crystals. *Journal of Applied Crystallography*, 54(3), 1006–1011. <https://doi.org/10.1107/S1600576721002910>
- Wang, H. Y., et al. (2019). Metabolites of medicarpin and their distributions in rats. *Molecules*, 24(10), 1966. <https://doi.org/10.3390/molecules24101966>
- Wang, L., et al. (2024). Biosynthesis and metabolic engineering of isoflavonoids in model plants and crops: A review. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1384091. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1384091>
- Webber, M. J., & Langer, R. (2017). Drug delivery by supramolecular design. *Chemical Society Reviews*, 46(21), 6600–6620. <https://doi.org/10.1039/C7CS00391A>

Yao, X., et al. (2016). Recent progress in photoswitchable supramolecular self-assembling systems. *Advanced Optical Materials*, 4(9), 1322–1349.
<https://doi.org/10.1002/adom.201600281>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-85>

EXPOSICIÓN AL PLOMO Y DESARROLLO COGNITIVO INFANTIL TEMPRANO EN AMÉRICA LATINA: ESTUDIO ECOLÓGICO BASADO EN FUENTES SECUNDARIAS CON ÉNFASIS EN REPÚBLICA DOMINICANA

Massih Montero, Wendy Melissa

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
Santo Domingo, República Dominicana
massihmelissa@outlook.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2824-0923>

Morales Peña, Mercedes María

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
dramercedesmoralesp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7692-8431>

Muñoz Montas, Oniela Francheska

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
oniela0403@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1660-2806>

RESUMEN

El plomo es una neurotoxina ambiental que afecta el desarrollo cognitivo infantil, incluso a bajos niveles de exposición. Este estudio transversal de tipo ecológico utilizó datos secundarios abiertos para analizar la relación entre la exposición infantil al plomo ($BLL \geq 5 \mu\text{g/dL}$) y el desarrollo cognitivo temprano (ECDI) en niños de 36 a 59 meses en cinco países latinoamericanos: República Dominicana, Costa Rica, Colombia, Ecuador y El Salvador. Se emplearon datos del informe The Toxic Truth (UNICEF y Pure Earth, 2020), las encuestas MICS y World Bank Open Data. Se realizaron análisis descriptivos, correlaciones bivariadas y un modelo de regresión lineal múltiple incluyendo como variables de control: pobreza extrema, acceso a agua potable, asentamientos precarios y PIB per cápita. El 68 % de los niños presentaban niveles elevados de plomo en sangre, con un ECDI promedio de 0.78. Aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, se observó una tendencia negativa entre la exposición al plomo y el desarrollo cognitivo ($\beta = -0.0010$), así como con la pobreza extrema ($\beta = -0.0045$). Estos hallazgos subrayan la importancia de fortalecer los sistemas de vigilancia ambiental y promover políticas públicas para proteger la salud neurológica infantil.

Palabras clave: Desarrollo infantil, exposición ambiental, Latinoamérica, neurotoxicidad, plomo.

ABSTRACT

Lead is an environmental neurotoxin that affects child cognitive development, even at low exposure levels. This cross-sectional ecological study used open secondary data to analyze the relationship between childhood lead exposure ($BLL \geq 5 \mu\text{g/dL}$) and early cognitive development (ECDI) in children aged 36 to 59 months across five Latin American countries: Dominican

Republic, Costa Rica, Colombia, Ecuador, and El Salvador. Data sources included The Toxic Truth report (UNICEF and Pure Earth, 2020), MICS surveys, and World Bank Open Data. Descriptive analyses, bivariate correlations, and a multivariate linear regression model were conducted. Control variables included extreme poverty, access to drinking water, informal settlements, and GDP per capita. Approximately 68% of children showed elevated blood lead levels, and the average ECDI was 0.78. Although no statistically significant associations were found, a negative trend was observed between lead exposure and cognitive development ($\beta = -0.0010$), as well as extreme poverty ($\beta = -0.0045$). These findings highlight the need to strengthen environmental surveillance systems and promote public policies aimed at protecting children's neurological health.

Keywords: Child development, environmental exposure, Latin America, lead, neurotoxicity.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo cognitivo temprano es un proceso fundamental en la vida del ser humano, especialmente durante los primeros años, donde el cerebro se encuentra en una etapa de alta plasticidad y vulnerabilidad. Sin embargo, en muchos contextos de América Latina, factores ambientales y sociales siguen representando amenazas significativas para este desarrollo. Uno de los principales contaminantes de preocupación global es el plomo, una neurotoxina ambiental cuyas fuentes de exposición persisten en entornos empobrecidos. Su presencia en el organismo infantil, incluso a niveles bajos, se ha relacionado con déficits en el aprendizaje, el lenguaje y el comportamiento (UNICEF & Pure Earth, 2020). Este estudio se propuso analizar la relación ecológica entre la exposición ambiental al plomo y el desarrollo cognitivo infantil temprano, centrándose en países latinoamericanos con datos comparables. La hipótesis planteada sugiere que a mayor exposición nacional al plomo, menor será el desempeño cognitivo promedio medido por el Índice de Desarrollo Infantil Temprano (ECDI).

2. MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo cognitivo infantil temprano se refiere al proceso mediante el cual los niños pequeños adquieren habilidades relacionadas con el lenguaje, la memoria, la motricidad, la atención, la resolución de problemas y la autorregulación. Estos procesos son altamente influenciados por factores genéticos, nutricionales, sociales y ambientales (UNICEF, 2019). En este sentido, la exposición al plomo ha sido ampliamente documentada como un agente neurotóxico que afecta la estructura y función del sistema nervioso central, especialmente en la infancia, cuando la barrera hematoencefálica es más permeable (Needleman et al., 1990; WHO, 2010).

El plomo puede ingresar al organismo a través del aire contaminado, el agua, el suelo o alimentos en contacto con materiales plomados, y se acumula en los huesos, tejidos blandos y, en particular, en el cerebro (Flora et al., 2012). Numerosos estudios han mostrado que incluso niveles relativamente bajos de plomo en sangre (por debajo de los 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$, e incluso $\leq 5 \mu\text{g}/\text{dL}$) pueden provocar disminución del coeficiente intelectual, alteraciones del lenguaje, problemas de conducta, y déficit de atención en los niños (Lanphear et al., 2005; CDC, 2021).

La situación en América Latina es particularmente preocupante debido a la existencia de múltiples fuentes de exposición ambiental, como el reciclaje informal de baterías, residuos industriales no regulados, emisiones vehiculares, uso de pinturas con plomo y el almacenamiento inadecuado de desechos tóxicos (UNICEF & Pure Earth, 2020). En este contexto, el informe The Toxic Truth estimó que alrededor de 1 de cada 3 niños en el mundo tiene niveles de plomo en sangre iguales o superiores a 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$, con tasas especialmente altas en regiones de bajos ingresos.

Además, la pobreza, la baja escolaridad de los cuidadores y las condiciones precarias de vivienda actúan como factores de riesgo sinérgicos que no solo aumentan la exposición al plomo, sino que también limitan las oportunidades de desarrollo integral en la infancia (Walker et al., 2007; Córdoba-Gamboa et al., 2020). Por tanto, el análisis de variables de control como el PIB per cápita, el acceso a agua potable, los asentamientos precarios y la pobreza extrema resulta esencial para comprender el impacto real del plomo sobre el desarrollo cognitivo.

Por lo tanto, el siguiente estudio propone una hipótesis ecológica: a mayor exposición nacional estimada al plomo, menor será el promedio de desarrollo cognitivo temprano en la población infantil, incluso al controlar por factores estructurales contextuales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico, observacional y de corte transversal, fundamentado exclusivamente en el análisis de fuentes de datos secundarios de acceso público. El objetivo fue explorar la posible asociación entre la exposición ambiental al plomo y el desarrollo cognitivo infantil temprano en cinco países latinoamericanos: República Dominicana, Costa Rica, Colombia, Ecuador y El Salvador, seleccionados por tener datos comparables sobre las variables clave dentro de una misma ventana temporal (2018–2019).

El diseño del estudio fue cuantitativo, con un enfoque correlacional, y un alcance descriptivo-exploratorio. Se trabajó a nivel nacional (país como unidad de análisis), utilizando indicadores agregados para cada variable.

Variables del estudio

- **Variable independiente (exposición):** Proporción estimada de niños con niveles de plomo en sangre (BLL) $\geq 5 \mu\text{g/dL}$, según el informe *The Toxic Truth* (UNICEF & Pure Earth, 2020).
- **Variable dependiente (resultado):** Puntaje promedio del Índice de Desarrollo Infantil Temprano (ECDI), reportado en las encuestas MICS (Multiple Indicator Cluster Surveys) en niños de 36 a 59 meses.
- **Variables de control:** Indicadores estructurales a nivel nacional: porcentaje de niños en pobreza extrema, porcentaje de viviendas en asentamientos informales, acceso a agua potable y PIB per cápita (USD).

Fuentes de datos utilizadas

- *UNICEF & Pure Earth (2020) – The Toxic Truth*: estimaciones nacionales de exposición infantil al plomo.
- *Encuestas MICS 2018–2019*: indicadores de desarrollo infantil y condiciones del hogar.
- *World Bank Open Data (2023)*: datos económicos y sociales estructurales por país.

Procedimiento y análisis

Se construyó una base de datos integrada en Microsoft Excel 365, y el análisis estadístico se realizó en R (versión 4.3). Se llevó a cabo:

- **Análisis descriptivo:** media, mediana, desviación estándar y proporciones.
- **Análisis bivariado:** correlaciones de Pearson entre la exposición al plomo, el ECDI y cada variable de control.
- **Modelo multivariado:** regresión lineal múltiple para estimar el efecto ajustado del plomo sobre el desarrollo cognitivo, incluyendo las variables de control.

Debido al pequeño tamaño de la muestra ($n = 5$ países), se privilegió una interpretación descriptiva de los hallazgos. No se aplicaron técnicas de imputación ni análisis de sensibilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis descriptivo se observó que, en promedio, el 68 % de los niños presentaban niveles elevados de plomo en sangre ($BLL \geq 5 \mu\text{g/dL}$), con un valor medio del Índice de Desarrollo Infantil Temprano (ECDI) de 0.78. La República Dominicana fue el país con mayor prevalencia de plomo (74.6 %) y el ECDI más bajo (0.72), mientras que Costa Rica mostró los mejores resultados, con solo un 59.6 % de prevalencia y un ECDI de 0.85.

En el análisis bivariado, se encontró una correlación negativa entre la exposición al plomo y el ECDI ($r = -0.31$), aunque esta asociación no alcanzó significancia estadística. Asimismo, se evaluaron correlaciones entre variables contextuales y el desarrollo cognitivo: PIB per cápita ($r = 0.45$) y acceso a agua potable ($r = 0.28$), también sin relevancia estadística.

Posteriormente, se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple, incluyendo como predictores la proporción nacional de niños con plomo elevado y el porcentaje de pobreza extrema. Este modelo explicó el 79 % de la varianza del desarrollo cognitivo ($R^2 = 0.790$), aunque no se encontraron coeficientes estadísticamente significativos ($p = 0.210$). No obstante, los signos de los coeficientes sugieren una tendencia negativa: a mayor exposición al plomo y mayor pobreza extrema, menor puntaje promedio de desarrollo cognitivo.

Tabla 1

Modelo de regresión lineal múltiple para estimar el efecto del plomo y la pobreza extrema sobre el ECDI

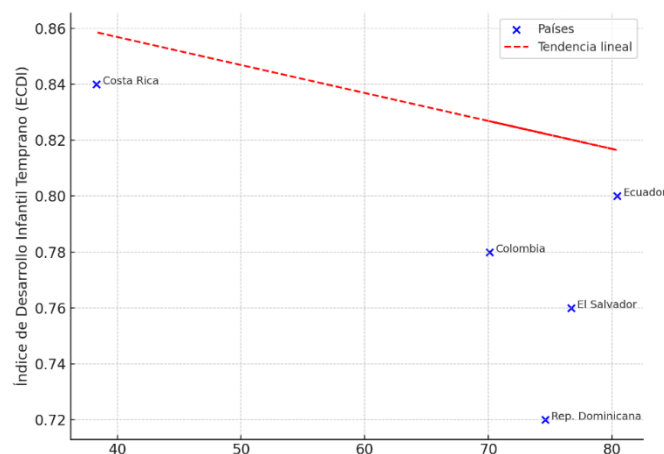
Variable	Coeficiente (β)	Error estándar	Valor p
Constante	0.850	0.128	0.035
Plomo ($BLL \geq 5 \mu\text{g/dL}$)	-0.0010	0.0006	0.240
Pobreza extrema (%)	-0.0045	0.0018	0.156

Nota. Modelo ajustado con dos predictores. $R^2 = 0.790$. Nivel de significancia: $p < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de UNICEF y Pure Earth (2020), MICS y World Bank Open Data (2023).

Figura 1

Relación entre exposición al plomo ($BLL \geq 5 \mu\text{g/dL}$) y ECDI en cinco países latinoamericanos



Nota. Se observa una tendencia decreciente entre la proporción de niños con niveles elevados de plomo en sangre y los puntajes promedio del ECDI.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de UNICEF y Pure Earth (2020), MICS y World Bank Open Data (2023).

5. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación, aunque no estadísticamente significativos, sugieren una tendencia negativa entre la exposición ambiental al plomo y el desarrollo cognitivo infantil temprano en los países analizados. Esta relación es coherente con la literatura científica que documenta los efectos neurotóxicos del plomo, incluso en niveles considerados bajos. El modelo multivariado mostró que tanto la exposición al plomo como la pobreza extrema podrían estar relacionadas con un menor desarrollo cognitivo, lo que subraya la necesidad de intervenciones estructurales que combinen el control ambiental con mejoras en las condiciones socioeconómicas. La situación de República Dominicana, con una de las mayores prevalencias de plomo infantil y los puntajes más bajos de desarrollo, pone en evidencia la urgencia de establecer sistemas de vigilancia ambiental, monitoreo biomédico infantil y políticas públicas que prioricen la infancia como eje central del desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Bellinger, D. C. (2013). Prenatal exposures to environmental chemicals and children's neurodevelopment: An update. *Safety and Health at Work*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.5491/SHAW.2013.4.1.1>
- Black, M. M., Walker, S. P., Fernald, L. C. H., Andersen, C. T., DiGirolamo, A. M., Lu, C., ... & Grantham-McGregor, S. (2017). Early childhood development coming of age: science through the life course. *The Lancet*, 389(10064), 77–90. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31389-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31389-7)
- Córdoba-Gamboa, M., Ortiz-Hernández, L., Perea, F., & Rojas, R. (2019). Plomo y desarrollo infantil: niveles de exposición y desempeño cognitivo en niños mexicanos. *Salud Pública de México*, 61(2), 134–143. <https://doi.org/10.21149/9995>
- Fewtrell, L. J., Kaufmann, R. B., Prüss-Üstün, A., & Corvalán, C. (2003). Lead: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. *Environmental Burden of Disease Series*, No. 2. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42570>
- Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330–338. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70278-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3)
- McMichael, A. J., Baghurst, P. A., Wigg, N. R., Vimpani, G. V., Robertson, E. F., & Roberts, R. J. (1988). Port Pirie cohort study: environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years. *The New England Journal of Medicine*, 319(8), 468–475. <https://doi.org/10.1056/NEJM198808253190805>
- UNICEF & Pure Earth. (2020). *The Toxic Truth: Children's exposure to lead pollution undermines a generation of future potential*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. <https://www.unicef.org/reports/toxic-truth>
- UNICEF. (2019). *Encuesta de Indicadores Múltiples por Conglomerados (MICS) – República Dominicana*. Oficina Nacional de Estadística (ONE) y UNICEF. <https://mics.unicef.org/>
- Villavicencio, R., González, S., & Espinoza, F. (2021). Exposición al plomo y deterioro neurocognitivo en niños: revisión sistemática de evidencia latinoamericana. *Revista Médica de Chile*, 149(8), 1151–1160. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872021000801151>
- Walker, S. P., Wachs, T. D., Grantham-McGregor, S., Black, M. M., Nelson, C. A., Huffman, S. L., ... & Richter, L. (2011). Inequality in early childhood: risk and protective factors for early

child development. The Lancet, 378(9799), 1325–1338. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60555-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60555-2)
World Bank. (2023). World Development Indicators. The World Bank Group.
<https://data.worldbank.org>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-86>

EVALUACIÓN RÁPIDA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (RAWES) DEL SITIO RAMSAR LAGUNA DE CABRAL, REPÚBLICA DOMINICANA

Polanco Espinal, Kennida

Escuela de Biología-Instituto Geográfico Universitario
Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
kpolanco3@uasd.edu.do

<https://orcid.org/0009-0008-0119-822X>

Herrera Hernández, Dimitris A.

Instituto Geográfico-Universidad de Tennessee
Santo Domingo, República Dominicana
dimitri.alexander@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2361-5844>

Martínez-Battle, José Ramón

Escuela de Geografía
Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
jmartinez19@uasd.edu.do
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9924-0327>

Graciá, Eva

Departamento de Biología Aplicada
Universidad Miguel Hernández
Elche, España.
egracia@umh.es

<https://orcid.org/0000-0003-0790-163X>

RESUMEN

Los humedales proveen beneficios esenciales para las personas y la biodiversidad, por lo que su valoración es clave para orientar la gestión y la conservación. Los servicios ecosistémicos provistos por el Sitio Ramsar Refugio de Vida Silvestre Laguna de Cabral o Rincón, República Dominicana, fueron identificados utilizando la metodología “Evaluación Rápida de los Servicios de los Ecosistemas de Humedales” (RAWES). Para estos fines, se realizaron dos expediciones de campo en enero y febrero de 2025 a través de los diferentes ecosistemas que conforman el Sitio Ramsar. Como se sugiere en la metodología RAWES, se integró la visión de las comunidades para obtener datos más confiables. En estas visitas de campo se identificaron 20 servicios ecosistémicos. Al comparar los resultados con un estudio previo, basado únicamente en encuestas a tomadores de decisiones, la aplicación del método RAWES genera un mayor número de servicios ecosistémicos y proporcionó información sobre la provisión espacial de los servicios, su escala y beneficiarios. Los resultados ofrecen una línea base operativa para priorizar acciones de manejo y para diseñar estudios cuantitativos posteriores.

Palabras clave: Hoya de Enriquillo, Humedal, Sitio Ramsar

ABSTRACT

Wetlands provide essential benefits to people and biodiversity, making their assessment key to guiding management and conservation. The ecosystem services provided by the Ramsar Site Refugio de Vida Silvestre Laguna de Cabral (Rincón), Dominican Republic, were identified using the Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services (RAWES) methodology. To this end, two field expeditions were conducted in January and February 2025 across the different ecosystems that comprise the Ramsar Site. As recommended by RAWES, community perspectives were incorporated to obtain more reliable data. Twenty ecosystem services were identified during these field visits. Compared with a previous study based solely on surveys of decision-makers, applying RAWES yielded a larger number of ecosystem services and provided information on the spatial provision of services, their scale, and beneficiaries. The results offer an operational baseline for prioritizing management actions and for designing subsequent quantitative studies.

Keywords: Enriquillo Basin, Wetland, Ramsar Site.

1. INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos de los humedales comprenden la provisión de alimento, la descontaminación de las aguas, el suministro de fibra o madera, la provisión de hábitat, fijación de carbono, regulación del ciclo hídrico, recreación y turismo (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018; De Groot et al., 2018). Davidson et al. (2019) estima El valor de los servicios ecosistémicos de los lagos y ríos del mundo en 5,5 billones de dólares estadounidenses al año.

Los humedales se encuentran amenazados a nivel mundial, experimentando cambios en su extensión y estructura (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018). Los procesos de degradación de humedales socavan la capacidad de éstos de proporcionar valiosos servicios ecosistémicos a la humanidad (Asselen et al., 2013).

En la República Dominicana se reportan 285 cuerpos lénticos de aguas interiores de origen natural (Bonnelly de Calventi & García de Gerales, 1990). Entre ellos, destaca la Laguna de Cabral con una superficie aproximada de 30 km² lo que la convierte en el cuerpo de agua dulce más grande de la isla (Cocco Quezda, 2009). Esta laguna, y sus ecosistemas circundantes asociados, es parte del Sistema Nacional de Áreas protegidas desde el año 1983, en la actualidad presenta la categoría de Refugio de Vida Silvestre, también fue declarada Sitio Ramsar (Arias et al., 2010; Perdomo et al., 2010). Este humedal provee servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades circundantes que viven de la pesca, la artesanía, la agricultura y la ganadería. Cabe resaltar que estas comunidades se encuentran entre las zonas más pobres del país (Morillo Pérez, 2014).

A pesar de los avances globales, las evaluaciones de servicios ecosistémicos de humedales que combinen observación de campo y conocimiento local siguen siendo limitadas: solo 17% de las Partes informó a la COP12 haber realizado evaluaciones, y la Convención adoptó RAWES en 2018 precisamente para facilitar diagnósticos rápidos y comparables. En el contexto dominicano—donde recién se impulsa una evaluación nacional de ecosistemas—faltan aplicaciones publicadas a escala de humedales interiores que ofrezcan líneas base operativas con detalle espacial, escala y beneficiarios. Este trabajo aborda ese vacío para Laguna de Cabral.

El objetivo de este estudio fue identificar y caracterizar los servicios ecosistémicos actualmente provistos por el Sitio Ramsar Laguna de Cabral aplicando la metodología “Evaluación Rápida de

los Servicios de los Ecosistemas de Humedales” (RAWES). Este enfoque de campo produce evidencia cualitativa con requerimientos mínimos de equipamiento y recursos y entrega resultados oportunos para la gestión. A continuación, contextualizamos la metodología y presentamos los hallazgos principales—tipos de servicios, su escala, beneficiarios y patrones espaciales—junto con sus implicaciones para la planificación del sitio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la región sureste de la Hoya de Enriquillo, un cuenca endorreica, y separada de la costa por 10 km, se trata de un área con unas dimensiones de 58.5 Km² (Figura 1). Este territorio presenta un clima semiárido (Izzo et al., 2010). La Laguna Cabral es el elemento central de la reserva, posee una profundidad promedio de 4 m (Arias et al., 2010). Las fuentes de agua del sistema lo constituyen el río Yaque del Sur, a través del Dique de Mena, la escorrentía superficial y el aporte de afloramientos de aguas subterráneas (Carbonell et al., 2007)

El área de estudio presenta cinco ecosistemas: bosque seco, agroecosistemas, eneales y zonas de inundación, saladares y una laguna de agua dulce. La delimitación inicial se tomó de los mapas de cobertura de Carbonell et al. (2007). A partir de estas unidades se seleccionaron áreas representativas por ecosistema, que sirvieron de base para aplicar RAWES y organizar el trabajo de campo.

Se utilizó el formulario RAWES (McInnes & Everard, 2017) para clasificar los servicios ecosistémicos observados en los recorridos. Tal como lo sugiere el formulario, se incluyó la percepción de la comunidad para identificar los servicios a través de entrevistas no estructuradas a miembros de la comunidad.

Se procedió a describir el estado del ecosistema al momento de la evaluación. El listado de servicios obtenidos fue contrastado con los resultados de una investigación previa basada en observaciones indirectas a través de encuesta a tomadores de decisiones (Borromé De la Cruz & Manzano, 2014).

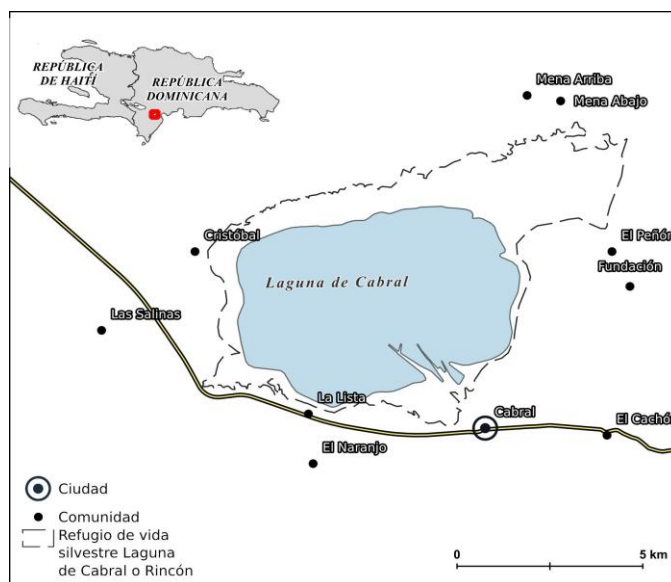


Figura 1. Área de estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado de los ecosistemas al momento de la evaluación

En el momento de la evaluación la zona presentaba un alto estrés hídrico, debido a que las visitas coincidieron con el final de la época de sequía diciembre-abril. Pudimos constatar en nuestro recorrido arroyos temporales secos y efectos de la sequía en la vegetación.

Los comunitarios reportaron una disminución drástica en las dimensiones de la laguna en los últimos años. En los recorridos se pudo comprobar que la cantidad de agua en el canal de Mena era insuficiente para sobrepasar el dique, por lo cual el aporte de agua desde el río Yaque del Sur hacia la Laguna Cabral en el momento de esta evaluación era nulo. Este fenómeno es atribuido por los comunitarios a la extracción de agua del río Yaque del Sur para abastecer al ingenio, aguas arribas de la entrada de agua a la laguna.

Los comunitarios narran que durante un episodio extremo de sequía en 2020, el espejo de agua se redujo al 10% de su superficie y los niveles de partículas en el aire volvieron inhabitables las viviendas en el poblado de Cristóbal, obligando a sus moradores a desplazarse desde la media mañana cuando la dirección y velocidad de los vientos arrastraba una gran nube de polvo, para retornar en el atardecer, cuando el viento merma.

El método RAWES arroja un total de 20 servicios ecosistémicos (Tabla 1) en contraste con los 16 servicios registrados solo en base a consulta a tomadores de decisiones (Borromé De la Cruz & Manzano, 2014). De igual forma, al comparar los resultados notamos que algunos servicios identificados como con tendencia al incremento presentan poco impacto en términos de beneficiarios en la actualidad, tal es el caso del ecoturismo, el cual ha ido en descenso.

Los alimentos de origen pesquero y la provisión de hábitat, identificados por Borromé De la Cruz & Manzano (2014) como un servicio sin tendencia, se encuentran en declive en la actualidad, dada la utilización de chinchorros de ahorque, la inestabilidad del espejo de agua y la introducción de especies acuáticas invasoras. Mientras que el servicio de abastecimiento agrícola, propuesto como sin tendencia ha experimentado crecimiento, llegando a drenar y convertir en zonas de cultivos la Laguneta Seca, una laguna temporal que forma parte del Sitio Ramsar.

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de provisión, regulación y soporte identificados con RAWES

Categoría	Servicio	Beneficiarios	Importancia	Escala	Ecosistema				
					B	S	A	I	L
Provisión	Agua dulce para riego agrícola.	Agricultores cuyas tierras se riegan usando el agua que lleva el Canal Cristóbal, proveniente de la laguna.	+	Local					X
	Alimentos de origen agrícola.*	Pequeños productores agrícolas e intermediarios	++	Regional			X		
	Alimento de origen	Pescadores y comerciantes.	++	Regional				X	X

	pesquero*								
	Provisión de fibra y madera	Artisanos	++	Local	X				
	Provisión de leña*	Actividad de carácter furtivo	-	Local	X				
Regulación	Calidad del aire	Pobladores de comunidades próximas	++	Local	X	X	X	X	X
	Regulación del clima local*	Comunidades próximas	++	Local					X
	Regulación del clima mundial	Población mundial este servicio se refiere a la captura de CO ₂	+	Global					
	Regulación hídrica*	Todos los habitantes de la cuenca.	++	Regional			X	X	X
	Regulación de peligro de inundaciones	Habitantes de las comunidades circundantes.	++	Local					
	Conservación del suelo	Agricultores de la zona	++	Local	X				
	Depuración de agua*	Los habitantes de la cuenca.	+	Regional				X	X
Soporte	Provisión de hábitat a poblaciones endémicas o amenazadas.	Guías turísticos, Ministerio de Medio Ambiente y comunidad científica.	++	Local y regional	X			X	X
	Producción primaria	Pescadores, productores agrícolas.	++	Local	X	X	X	X	X
	Ciclo de nutrientes	Pescadores y agricultores	++		X	X	X	X	X

Leyenda. B: bosque seco. S: saladares. A: agroecosistemas. I: zonas de inundación y eneaes. L: laguna de agua dulce. * Servicios reportados por Borromé De la Cruz & Manzano (2014)

Tabla 2. Servicios culturales identificados con RAWES

Servicio cultural	Beneficiarios	Importancia	Escala	Ecosistemas				
				B	S	A	I	L
Patrimonio cultural*	Población autóctona de las comunidades circundantes.	+	Local					X

Relaciones sociales	Los habitantes de comunidades pesqueras y agricultores (conflictos por el uso del territorio e interacciones de compromisos entre servicios).	--	Local				X	X
Educación e Investigación*	Comunidad científica.	++	Local, regional y global.	X			X	X
Recreo y turismo*	Guías turísticos, transportistas y visitantes.	+	Local y regional.	X			X	X
Valor religioso*	Miembros de la comunidad de Cristóbal	+	Local	X				

Leyenda. B: bosque seco. S: saladares. A: agroecosistemas. I: zonas de inundación y eneales. L: laguna de agua dulce. El valor religioso se refiere específicamente al Cerro de Cristóbal, área ocupada por bosque seco, donde las comunidades han construido con materiales del entorno, tres cruces de madera, rodeadas de piedra a donde peregrinan, ya que aseguran que en esta zona apareció la Virgen María. * Servicios reportados por Borromé De la Cruz Manzano (2014)

5. CONCLUSIONES

El método RAWES muestra ser efectivo para proporcionar datos en tiempo y contexto reales de ecosistemas dinámicos como los humedales. Su implementación por un equipo técnico interdisciplinario cuando es acompañada de actores comunitarios, brinda información confiable no solo de los servicios, sino de su ubicación espacial, beneficiarios, impulsores del cambio e interacciones entre servicios.

REFERENCIAS

- Arias, I., De la Cruz, F., Mateo, J., Lorenzo, R., Rodríguez, C., Rupp, E., Montilla, T., Mateo, J. M., Santana, G., & Peña, J. (2010). *Ficha Informativa Humedales Ramsar Refugio de Vida Silvestre Laguna Cabral o Rincón*. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/DO1936RIS.pdf>
- Asselen, S. V., Verburg, P. H., Vermaat, J. E., & Janse, J. H. (2013). Drivers of Wetland Conversion: A Global Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 8(11), e81292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081292>
- Bonnelly de Calventi, I., & García de Gerales, M. (1990). *Inventario Cartográfico de cuerpos de aguas lénticas de la República Dominicana*. Centro de Investigación de Biología Marina, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 1990. Centro de Investigación de Biología Marina, Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- Borromé De la Cruz, Sumara., & Manzano, M. (2014). *Principales Humedales de la República Dominicana vinculados con las aguas subterráneas y su relación con el bienestar humano. Análisis del Estado y la tendencia de los servicios*. [Trabajo Fin de Master, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA]. <https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/2264183c-c0ff-4794-948d-8fbf236a0cad/content>

- Carbonell, M., Browne, D., Lorenzo, R., Vásquez, E., & Wang, G. (2007). *Iniciativa para el manejo del Refugio de Vida Silvestre Laguna Cabral o Rincón, República Dominicana*.
- Cocco Quezda, A. (2009). Ciclo hidrológico del Lago Enriquillo. Report available at Acqweather.com.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Gland (Suiza). Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Davidson, N. C., Van Dam, A. A., Finlayson, C. M., & McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: Revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- De Groot, D., Brander, L., & Finlayson, C. M. (2018). Wetland Ecosystem Services. En C. M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R. J. McInnes, B. A. Middleton, A. A. Van Dam, & N. C. Davidson (Eds.), *The Wetland Book* (pp. 323-333). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9659-3_66
- Izzo, M., Roskopf, C. M., Aucelli, P. P. C., Maratea, A., Méndez, R., Pérez, C., & Segura, H. (2010). A New Climatic Map of the Dominican Republic Based on the Thornthwaite Classification. *Physical Geography*, 31(5), 455-472. <https://doi.org/10.2747/0272-3646.31.5.455>
- McInnes, R. J., & Everard, M. (2017). Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services (RAWES): An example from Colombo, Sri Lanka. *Ecosystem Services*, 25, 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.024>
- Morillo Pérez, A. (2014). *El Mapa de la pobreza en la República Dominicana 2014. Informe general*. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo de la República Dominicana.
- Perdomo, L., Arias, Y., De León, Y., & Wege, D. (2010). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en la República Dominicana. Grupo Jaragua y el Programa IBA-Caribe de BirdLife International: República Dominicana*.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-87>

ENCAPSULACIÓN DE EXTRACTO DE CANNABIS ALTO EN CBD Y THC: UN ENFOQUE INNOVADOR BASADO EN PLURONIC

Protti Cosenza, Luciano

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
lprotticosenza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2868-8620>

Mentasti, Luciana

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
lucianamentasti@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1277-3516>

Fernández, Agustina

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
agustinaf.alzuri@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4051-0406>

Franchi, Maria Luisa

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
luisa.franchi@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2712-3751>

Glisoni, Romina

Instituto de Nanobiotecnología (NANOBIOTEC-UBA-CONICET). Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Buenos Aires, Argentina
romy.glisoni@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7845-1800>

Barreto, Gastón

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
gastonpablobarreto@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8095-006X>

RESUMEN

El cannabis ha emergido como una fuente relevante de metabolitos bioactivos, donde los extractos de espectro completo muestran ventajas terapéuticas sobre los compuestos aislados debido al efecto séquito. Sin embargo, la baja solubilidad acuosa y la alta lipofilicidad de los cannabinoides, junto con su metabolismo de primer paso, limitan su biodisponibilidad. En este trabajo se desarrollaron sistemas micelares poliméricos (MPs) a partir de Pluronic® F-108 y F-127 para encapsular extractos de cannabis ricos en cannabidiol (CBD) y tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC). Se compararon dos métodos de preparación, destacándose el de evaporación de solvente por su mayor eficiencia y estabilidad. F-127 resultó más adecuado que F-108, alcanzando eficiencias de encapsulación de aproximadamente 89% para CBD y aproximadamente 82% para Δ^9 -THC en concentraciones de copolímero de 2.5 y 5%. Los análisis de dispersión dinámica de luz (DLS) revelaron tamaños hidrodinámicos ~30 nm y baja polidispersidad, condiciones óptimas para aplicaciones farmacéuticas. La caracterización por FTIR confirmó la incorporación de los cannabinoides al núcleo micelar. Estos resultados evidencian que las micelas basadas en F-127 permiten mejorar la compatibilidad acuosa de extractos completos, ofreciendo una estrategia innovadora para el desarrollo de sistemas de liberación de cannabis medicinal.

Palabras clave: Cannabis, cannabidiol, pluronics, tetrahidrocannabinol.

ABSTRACT

Cannabis has emerged as a valuable source of bioactive metabolites, where full-spectrum extracts provide therapeutic advantages over isolated compounds due to the entourage effect. However, cannabinoids face major pharmacokinetic challenges, including low aqueous solubility and extensive first-pass metabolism, which limit their bioavailability. In this study, polymeric micellar systems (MPs) based on Pluronic® F-108 and F-127 were developed to encapsulate cannabis extracts enriched in cannabidiol (CBD) and Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC). Two preparation methods were compared, with solvent evaporation proving more efficient and stable. F-127 outperformed F-108, reaching encapsulation efficiencies of approximately 89% for CBD and approximately 82% for Δ^9 -THC at 2.5–5% copolymer concentrations. Dynamic light scattering (DLS) analyses revealed hydrodynamic diameters of ~30 nm with low polydispersity, suitable for pharmaceutical applications. FTIR characterization confirmed the successful incorporation of cannabinoids into the micellar core. These findings demonstrate that F-127-based micelles efficiently enhance the aqueous compatibility of full-spectrum cannabis extracts, representing an innovative approach for the development of medicinal cannabis delivery systems.

Keywords: Cannabis, cannabidiol, pluronics, tetrahidrocannabinol.

1. INTRODUCCIÓN

El resurgimiento global del cannabis en el ámbito medicinal marca una de las fronteras más dinámicas de la farmacoterapia moderna. La evidencia científica posiciona a los metabolitos secundarios del cannabis (cannabinoides, terpenos, etc.) como agentes eficientes para un amplio espectro de síntomas (desde dolor hasta convulsiones). Estudios recientes demuestran que los

extractos de espectro completo, (cannabinoides, terpenos y flavonoides), exhiben superioridad terapéutica sobre los cannabinoides aislados. Este fenómeno conocido como efecto séquito, produce interacciones sinérgicas que potencian la actividad farmacológica (Russo, 2011)

Sin embargo, los cannabinoides enfrentan importantes desafíos farmacocinéticos debido a su baja solubilidad acuosa ($<5 \mu\text{g/mL}$) y extenso metabolismo de primer paso. Estas limitaciones se deben a su alta lipofilicidad ($\log P \approx 6-7$), inestabilidad al pH gástrico y absorción incompleta. Para superar estas barreras, las estrategias de nanotecnología farmacéutica, particularmente el uso de micelas poliméricas (MPs), se presentan como un enfoque innovador para mejorar la biodisponibilidad de estos compuestos lipofílicos (Toncheva-Moncheva et al., 2023).

2. MARCO CONCEPTUAL

Las MPs son sistemas acuosos núcleo-corona autoensamblados a partir de copolímeros anfífilos, que constituyen plataformas prometedoras para la vehiculización de fármacos hidrofóbicos como los cannabinoides. Entre estos, los copolímeros Pluronic® (PEO-PPO-PEO) destacan por su anfifilicidad, termorresponsividad y biocompatibilidad, haciéndolos idóneos para aplicaciones farmacéuticas (Lecot et al., 2021).

En estos sistemas, el núcleo hidrofóbico (PPO) encapsula compuestos lipofílicos, mientras que la corona (PEO) confiere estabilidad coloidal. En este sentido, Rao et al. (2022) desarrollaron micelas de F-127 con CBD, alcanzando una EE% del 14.29% y mejoras farmacocinéticas, mientras que, Yordanov et al. (2022) lograron un 84% de encapsulación de cannabidiol (CBD) utilizando micelas mixtas de P-123/F-127, mostrando potencial para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. Paralelamente, Monou et al. (2022) formularon nanopartículas basadas en F-127 encapsulando CBD y cannabigerol (CBG), alcanzando eficiencias superiores al 90% y resultados prometedores en la cicatrización cutánea.

En este trabajo, reportamos el desarrollo de sistemas micelares para encapsular un extracto concentrado de cannabis, con CBD y tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC) como componentes mayoritarios. A diferencia de los enfoques convencionales basados en cannabinoides aislados, nuestra estrategia busca preservar la complejidad composicional del extracto (atendiendo al efecto séquito) mientras se mejora su compatibilidad acuosa. Para ello, se diseñaron MPs variando las concentraciones del copolímero Pluronic y del extracto de cannabis, para posteriormente caracterizarlas y evaluar sus propiedades estructurales y fisicoquímicas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Extracto de cannabis

El material vegetal utilizado se cultivó en una sala de cultivo experimental instalada en la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA. A partir de inflorescencias, se obtuvo un extracto (resina) de espectro completo mediante una extracción etanólica, en frío y asistida por ultrasonido. El extracto fue purificado con carbón activado, filtrado y se evaporó el etanol mediante rotavapor. Se descarboxiló calentándolo a 120°C durante 120 minutos y se cuantificaron cannabinoides mediante UHPLC-UV.

3.2 Preparación de micelas poliméricas

Se evaluó la eficiencia de encapsulación (EE%) de MPs utilizando F-108 y F-127 (10% p/v) cargadas con resina, comparando dos métodos de producción: A) saturación: se pesó resina y copolímero, se agregó el 75% del volumen final de agua y se almacenó a 4°C overnight. Posteriormente se equilibró a temperatura ambiente y se llevó a volumen final (10 mL). B) evaporación del solvente: el copolímero se hidrató (75% del volumen final) a 4°C overnight. La resina, previamente disuelta en acetona, se añadió gota a gota al sistema bajo agitación magnética, hasta la evaporación completa del solvente. Ambas soluciones se filtraron con filtros de $0.45 \mu\text{m}$ para eliminar los cannabinoides que no se incorporaron al núcleo micelar.

3.3 Determinación de la carga de CBD y Δ^9 -THC

La EE% de CBD y Δ^9 -THC en las micelas se evaluó en distintas concentraciones de polímero y masas iniciales de cannabinoides. Se prepararon tres soluciones de copolímero (2.5%, 5% y 10% p/v) y se probaron cuatro masas distintas de resina: 0.0106 g (6.15 mg CBD y 2.92 mg Δ^9 -THC), 0.018 g (10.65 mg CBD y 5.07 mg Δ^9 -THC), 0.035 g (20.31 mg CBD y 9.66 mg Δ^9 -THC) y 0.055 g (32.21 mg CBD y 15.32 mg Δ^9 -THC). La carga máxima se identificó como la condición que maximizó la EE% mientras mantuvo la estabilidad micelar.

3.4 Caracterización FTIR-ATR y DLS

Se empleó FTIR-ATR para analizar la estructura química de la resina etanólica, y las micelas poliméricas con y sin cannabinoides. Las mediciones se registraron de 4000 a 400 cm^{-1} con una resolución de 4 cm^{-1} . El diámetro hidrodinámico (Dh) y el índice de polidispersidad (PDI) de las micelas se analizaron mediante DLS a un ángulo de 173° y temperaturas de 25 °C y 37 °C.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del extracto

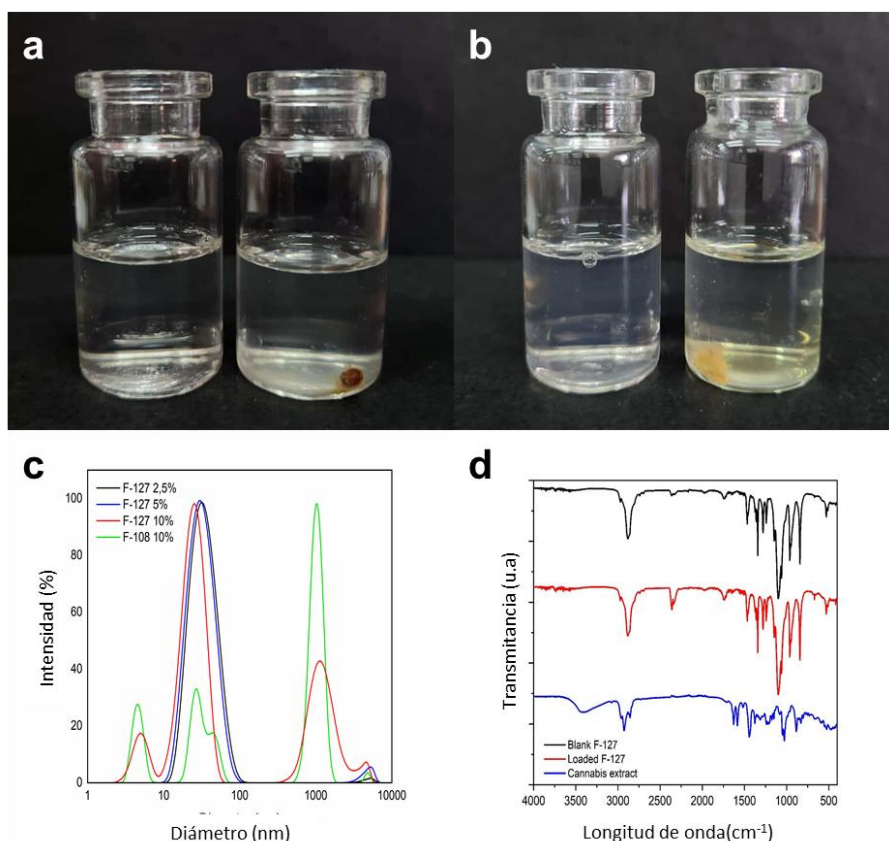
El contenido de CBD y Δ^9 -THC en la resina obtenida fueron de 502.15 y 294.20 mg/g de resina, respectivamente. A su vez, se identificaron 7 terpenos: mirceno, linalool, β -cariofileno, humuleno, nerolidol I, nerolidol II, guaíol y α -bisabolol.

4.2 Comparación de los métodos de carga de CBD y Δ^9 -THC

La comparación de los dos métodos de encapsulación reveló diferencias en la distribución macroscópica y estabilidad de los sistemas micelares resultantes. El método A produjo una dispersión heterogénea con agregados insolubles sedimentados (Figura 1a), indicando una baja afinidad de los componentes de la resina por el entorno micelar. Por otro lado, el método B generó soluciones homogéneas sin agregados visibles (Figura 1b). La pre-disolución de la resina en acetona facilitó la incorporación de cannabinoides en el núcleo micelar, favoreciendo las interacciones entre los segmentos hidrofóbicos de los copolímeros y los cannabinoides. A su vez, para el método B, F-127 demostró ser el más eficiente, alcanzando valores de EE% de $77.05 \pm 1.65\%$ para CBD y $70.61 \pm 3.16\%$ para Δ^9 -THC. En comparación, F-108 presentó eficiencias menores: $47.39 \pm 0.66\%$ para CBD y $29.08 \pm 0.90\%$ para Δ^9 -THC. Este comportamiento de F-127 puede atribuirse a sus características estructurales: un balance hidrofílico-lipofílico más bajo (22 vs. 27), y un bloque de PPO más largo (65 vs. 50 unidades) que forma micelas con núcleos más grandes e hidrofóbicos, aumentando su capacidad de carga. En contraste, F-108 posee más unidades de PEO (133 vs. 100), generando una corona más hidratada que puede dificultar la partición de compuestos lipofílicos en el núcleo micelar (Garg et al., 2022).

Los análisis mediante DLS revelaron que ambos sistemas preparados mediante el método B exhibieron poblaciones de tamaño heterogéneo, indicativas de agregados polidispersos (PDI 0,551 para F-127 y 1,000 para F-108) (Figura 1c).

Figura 1. a) F-108 método a (izquierda), método b (derecha); **b)** F-127 método a (izquierda), método b (derecha); **c)** DLS MPs F-127 2.5%, 5% y 10%, F108 10%; **d)** FTIR-ATR de la resina y MPs con y sin carga.



Si bien ambos copolímeros forman micelas, su comportamiento de autoensamblaje difiere significativamente. F-108 generó agregados inestables y altamente polidispersos, mientras que F-127 produjo micelas con distribuciones de tamaño más estrechas y mayores EE%; ambos análisis fundamentaron la selección de F-127 para estudios posteriores.

4.3 Eficiencia de encapsulación y caracterización en las MPs

El análisis de EE% evidenció una correlación significativa entre la concentración de copolímero y la masa inicial de cannabinoides (Tabla 1). La concentración al 5% mostró los valores más bajos de EE%, con dificultades particulares para encapsular cargas elevadas, donde los valores descendieron hasta $\approx 64\%$ (CBD) y $\approx 62\%$ (Δ^9 -THC). Por el contrario, la concentración al 2.5% demostró un mejor desempeño, especialmente con masas intermedias de cannabinoides, alcanzando valores máximos de $89.26 \pm 2.24\%$ (CBD) y $82.85 \pm 2.86\%$ (Δ^9 -THC).

La concentración al 10% exhibió el comportamiento más estable y consistente en todo el rango de masas evaluado, manteniendo eficiencias superiores al 69% incluso con las cargas más altas. Destacó especialmente en masas bajas, donde registró las mejores eficiencias ($80.83 \pm 1.35\%$ para CBD y $68.07 \pm 3.55\%$ para Δ^9 -THC). En general, se evidenció una mayor afinidad del sistema por el CBD, que consistentemente presentó valores de EE% superiores a los del Δ^9 -THC en condiciones equivalentes. La ventana de optimización se identificó en masas de ≈ 10.65 mg de CBD y ≈ 5.07 mg de Δ^9 -THC, donde todas las concentraciones mostraron eficiencias $>76\%$ para ambos cannabinoides, siendo la concentración al 2.5% la de máximo rendimiento.

Tabla 1. Eficiencias de encapsulación de CBD y Δ^9 -THC en las distintas formulaciones de F-127.

Masa (mg) ($\pm$ S.D.)		EE % ($\pm$ S.D.)					
		F-127 2.5 %		F-127 5.0 %		F-127 10.0 %	
CBD	Δ^9 -THC	CBD	Δ^9 -THC	CBD	Δ^9 -THC	CBD	Δ^9 -THC
6.15 (0.11)	2.92 (0.05)	78.86 (0.64)	51.81 (0.25)	72.99 (1.00)	49.46 (1.89)	80.83 (1.35)	68.07 (3.55)
10.65 (0.40)	5.07 (0.19)	89.26 (2.24)	82.85 (2.86)	89.05 (1.83)	82.46 (2.15)	83.11 (0.85)	76.66 (0.26)
20.31 (1.34)	9.66 (0.64)	77.87 (1.66)	83.70 (2.23)	69.36 (1.06)	73.11 (0.25)	77.05 (1.65)	70.61 (3.16)
32.21 (0.67)	15.32 (0.39)	78.73 (1.53)	75.87 (2.87)	64.55 (1.77)	62.32 (1.33)	69.80 (0.97)	69.64 (2.89)

Los resultados demuestran la necesidad de ajustar la concentración de F-127 según la carga de cannabinoides y sus perfiles de saturación específicos, determinados por las diferencias en solubilidad y afinidad por el núcleo micelar. Las altas EE% observadas pueden atribuirse a las interacciones hidrofóbicas entre los cannabinoides altamente lipofílicos y el bloque de PPO del núcleo micelar, lo que facilita una incorporación eficaz durante el autoensamblaje (Yordanov et al., 2022).

Por otro lado, los estudios de DLS revelaron que la concentración del copolímero afecta la uniformidad micelar. Formulaciones con 2.5-5% produjeron micelas monodispersas con Dh ~30 nm y PDI<0.209 (Figura 1c), ideales para administración oral por su facilidad de difusión a través de la mucosa intestinal. En contraste, formulaciones con 10% de F-127 mostraron agregados polidispersos, atribuibles a efectos de saturación, que compromete la estabilidad coloidal (Zhou et al., 2016).

La caracterización mediante FTIR confirmó la exitosa encapsulación del extracto de cannabis en las micelas de F-127. Los picos característicos del extracto -especialmente los correspondientes a los grupos O-H (~3500 cm⁻¹)- estuvieron ausentes en el espectro de las micelas cargadas (Figura 1d). Esto indica que los cannabinoides se asociaron completamente con el núcleo, sin permanecer libres en la superficie del copolímero (Monou et al., 2022).

5. CONCLUSIONES

Se desarrollaron micelas con Pluronic® F-127 que encapsularon eficientemente extractos completos de cannabis con CBD y THC como metabolitos mayoritarios. Las formulaciones (2.5-5%) con Dh 30 nm y altas EE% son ideales para aplicaciones farmacéuticas, representando un avance significativo en el desarrollo de sistemas de liberación de cannabinoides, al superar los problemas de solubilidad acuosa, que limitan sus proyecciones en aplicaciones terapéuticas.

REFERENCIAS

- Garg,S., Peeters,M., Mahajan,R.K., & Singla,P. (2022). Loading of hydrophobic drug silymarin in pluronic and reverse pluronic mixed micelles. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 75, 103699. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103699>
- Lecot,N., Dávila,B., Sánchez,C., Fernández,M., González,M., Cabral,P., Cerecetto,H., & Glisoni, R. (2021). Development and Evaluation of 2-Amino-7-Fluorophenazine 5,10-Dioxide

- Polymeric Micelles as Antitumoral Agents for 4T1 Breast Cancer. *Polymers*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.3390/polym14010071>
- Monou, P. K., Mamaligka, A. M., Tzimtzimis, E. K., Tzetzis, D., Vergkizi-Nikolakaki, S., Vizirianakis, I. S., Andriotis, E. G., Eleftheriadis, G. K., & Fatouros, D. G. (2022). Fabrication and Preliminary In Vitro Evaluation of 3D-Printed Alginate Films with Cannabidiol (CBD) and Cannabigerol (CBG) Nanoparticles for Potential Wound-Healing Applications. *Pharmaceutics*, 14(8), 1637. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14081637>
- Rao, Y., Li, R., Liu, S., Meng, L., Wu, Q., Yuan, Q., Liang, H., & Qin, M. (2022). Enhanced bioavailability and biosafety of cannabidiol nanomicelles for effective anti-inflammatory therapy. *Particuology*, 69, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2021.11.010>
- Russo, E. B. (2011). Taming THC: Potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects: Phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*, 163(7), 1344-1364. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2011.01238.x>
- Toncheva-Moncheva, N., Dimitrov, E., Grancharov, G., Momekova, D., Petrov, P., & Rangelov, S. (2023). Cinnamyl-Modified Polyglycidol/Poly(ε-Caprolactone) Block Copolymer Nanocarriers for Enhanced Encapsulation and Prolonged Release of Cannabidiol. *Pharmaceutics*, 15(8), 2128. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15082128>
- Yordanov, Y., Stefanova, D., Spassova, I., Kovacheva, D., Tzankova, V., Konstantinov, S., & Yoncheva, K. (2022). Formulation of Nanomicelles Loaded with Cannabidiol as a Platform for Neuroprotective Therapy. *Pharmaceutics*, 14(12), 2625. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122625>
- Zhou, W., Li, C., Wang, Z., Zhang, W., & Liu, J. (2016). Factors affecting the stability of drug-loaded polymeric micelles and strategies for improvement. *Journal of Nanoparticle Research*, 18(9), 275. <https://doi.org/10.1007/s11051-016-3583-y>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-88>

HACIA SISTEMAS DE LIBERACIÓN TRANSDÉRMICA DE CANNABIDIOL: INCORPORACIÓN DE MICELAS POLIMÉRICAS EN HIDROGELES DE PEGDMA

Mentasti, Luciana

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
lucianamentasti@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1277-3516>

Protti Cosenza, Luciano

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
lprotticosenza@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2868-8620>

Fernández, Agustina

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Buenos Aires, Argentina
agustinaf.alzuri@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4051-0406>

Águila Wharton, Alexander

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Olavarría, Argentina
alexawpeter@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9940-267X>

Zucchi, Ileana

Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, Argentina
ileanazucchi@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3663-1851>

Barreto, Gastón

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Facultad de
Ingeniería. Núcleo INMAT. Sede Olavarría
Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET). Sede Olavarría

Buenos Aires, Argentina
gastonpablobarreto@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8095-006X>

RESUMEN

El desarrollo de materiales para la liberación transdérmica de cannabidiol (CBD) constituye una estrategia clave para ampliar su aplicación clínica y optimizar su perfil farmacocinético. En este trabajo, se desarrollaron sistemas que combinan micelas poliméricas con hidrogeles de PEGDMA para su uso en la administración transdérmica de CBD. Las micelas se formularon con Pluronic® F-127 (2,5%), alcanzando encapsulaciones de hasta 4 mg mL⁻¹ con eficiencias cercanas al 87 %, diámetros hidrodinámicos estables (~37 nm) y distribuciones unimodales. Posteriormente, se integraron en matrices macroporosas obtenidas por criofotopolimerización de PEGDMA. El análisis morfológico reveló una red de poros interconectados que favorece la liberación progresiva de los sistemas micelares. Los estudios de reconstitución evidenciaron que las micelas conservaron su integridad tras el proceso de entrecruzamiento, recuperando tamaños cercanos a los iniciales (~40 nm) y liberándose gradualmente en medio acuoso. Los resultados confirman la viabilidad de combinar micelas de F-127 con hidrogeles de PEGDMA como plataforma eficaz para la liberación controlada de CBD a través de la piel, ofreciendo una alternativa prometedora para mejorar su estabilidad y biodisponibilidad.

Palabras clave: cannabidiol, criofotopolimerización, hidrogeles, liberación transdérmica, micelas poliméricas

ABSTRACT

Developing materials for the transdermal delivery of cannabidiol (CBD) is a key strategy to expand its clinical applications and enhance its pharmacokinetic profile. In this study, polymeric micelles were combined with PEGDMA hydrogels to create a platform for transdermal CBD administration. Micelles were formulated using Pluronic® F-127 (2.5%), achieving encapsulation efficiencies of up to 87% and CBD loading up to 4 mg mL⁻¹, with stable hydrodynamic diameters (~37 nm) and unimodal size distributions. These micelles were subsequently embedded into macroporous matrices produced via PEGDMA cryophotopolymerization. Morphological characterization revealed a network of interconnected pores that facilitates the sustained release of the micellar systems. Reconstitution studies confirmed that the micelles retained their integrity after crosslinking, maintaining sizes close to the original (~40 nm) and gradually releasing CBD in aqueous media. These results demonstrate that combining F-127 micelles with PEGDMA hydrogels constitutes an effective strategy for controlled transdermal CBD delivery, offering a promising approach to enhance its stability and bioavailability.

Keywords: cannabidiol, cryophotopolymerization, hydrogels, transdermal delivery, polymeric micelles

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace siglos, *Cannabis sativa* L. se cultiva con múltiples fines. Esta planta produce una gran diversidad de metabolitos secundarios, entre los que se destacan cannabinoides, terpenos y flavonoides, responsables de su actividad farmacológica, su aroma y sus características organolépticas (Flores-Sanchez & Verpoorte, 2008). Entre ellos, el cannabidiol (CBD) ha despertado especial atención por la variedad de efectos farmacológicos y su potencial clínico: numerosas investigaciones han demostrado su eficacia en el tratamiento de trastornos como epilepsia, ansiedad, procesos inflamatorios y enfermedades neurodegenerativas (Blessing et al., 2015; Burstein, 2015).

Sin embargo, la aplicación clínica del CBD enfrenta importantes desafíos fisicoquímicos y farmacocinéticos. Se trata de un compuesto altamente lipofílico con muy baja solubilidad en agua (2–10 µg/mL) y gran sensibilidad a la luz, la temperatura y la autooxidación, lo que dificulta su

formulación y administración (McClements, 2020). Aunque la vía oral ha sido la más estudiada, presenta una baja biodisponibilidad, lo que limita la absorción efectiva del compuesto (Bruni et al., 2018).

Por esta razón se han explorado rutas alternativas, y entre ellas, la administración transdérmica resulta especialmente prometedora (Paudel et al., 2010). Sin embargo, su carácter altamente lipofílico dificulta su difusión hacia las capas más profundas de la piel (Stinchcomb et al., 2004). Para superar este obstáculo, es necesario modificar o formular el compuesto para lograr un equilibrio hidrofílico-lipofílico que favorezca su paso a través de la barrera cutánea. Diversos sistemas de liberación han sido desarrollados con este fin, siendo las micelas poliméricas una de las estrategias más prometedoras (Momekova et al., 2020).

Las micelas poliméricas son nanoestructuras autoensambladas que se forman cuando copolímeros anfifílicos, como los Pluronic® (PEO-b-PPO-b-PEO), se dispersan en agua. En este medio, los bloques de PPO se agrupan para constituir un núcleo hidrofóbico, mientras que los de PEO se orientan hacia el exterior, creando una corona hidrofílica que estabiliza la estructura. Esta organización permite incorporar al núcleo compuestos con baja solubilidad acuosa, favoreciendo su dispersión y manteniendo la estabilidad coloidal.

Más allá de su formulación en solución, un paso clave para la administración transdérmica de CBD consiste en incorporar las micelas cargadas en matrices biocompatibles. En este sentido, los hidrogeles ofrecen ventajas claras en cuanto a solubilización y liberación controlada de los compuestos activos. Por definición, los hidrogeles son redes poliméricas tridimensionales capaces de absorber grandes volúmenes de agua o fluidos biológicos, con propiedades comparables a las de los tejidos vivos. La generación de poros en estas matrices constituye una estrategia para facilitar la difusión, y por tanto la liberación, de los sistemas micelares.

2. MARCO CONCEPTUAL

La síntesis y aplicación de micelas poliméricas para la encapsulación y liberación de fármacos lipofílicos ha sido ampliamente estudiada. Además, diferentes estudios han evaluado la incorporación de CBD en micelas usando diversos copolímeros y técnicas de formulación.

En particular, las micelas basadas en Pluronic han mostrado gran potencial para vehiculizar CBD. Rao et al. (2022) lograron una carga de CBD del 14,3% usando F-127, mientras que Yordanov et al. (2022) sintetizaron micelas mixtas de P-123 y F-127 y las caracterizaron por DLS y espectroscopía.

Por otra parte, se han desarrollado diversas estrategias para introducir porosidad en hidrogeles. Una de ellas es la crio-fotopolimerización, que consiste en congelar la solución precursora para formar cristales de hielo, irradiar la solución congelada para lograr el entrecruzamiento de la red polimérica y, finalmente, liofilizar para remover el agua y así obtener estructuras macroporosas. Este método se ha usado con éxito en la síntesis de criogeles de poli(diacrilato de etilenglicol) para la liberación tópica de CBD (Momekova et al., 2020) y en poli(dimetacrilato de etilenglicol), PEGDMA, con porosidad anisotrópica (Schroeder et al., 2017).

El objetivo de este trabajo es desarrollar materiales para la administración transdérmica de CBD. Se sintetizarán micelas cargadas con CBD utilizando el copolímero F-127 y se incorporarán en hidrogeles de PEGDMA, que se obtendrán por crio-fotopolimerización.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Síntesis y caracterización de los sistemas micelares

Los sistemas micelares se obtuvieron mediante el método de evaporación del solvente. El copolímero F-127 se hidrató (a una concentración de 2,5%) a 4 °C durante 12 h. La incorporación de CBD se hizo a partir de soluciones de CBD en acetona, que se gotearon bajo agitación magnética en las soluciones del copolímero en agua. Las mezclas se mantuvieron a 37 °C durante 24 h para favorecer la evaporación de la acetona y la incorporación del CBD en el núcleo micelar. Luego se filtraron (0,22 µm) y se conservaron a 4 °C.

Los sistemas micelares se caracterizaron por Dispersión de Luz Dinámica (DLS) y Cromatografía Líquida de Ultra Alta Resolución (UHPLC).

3.2. Síntesis y caracterización de las matrices poliméricas

Las matrices de PEGDMA se prepararon mediante criofotopolimerización. A una solución precursora de un oligómero de PEGDMA (M_n 550), canforquinona (CQ, 2 % p/p) y etil-4-(dimetilamino)benzoato (EDMAB, 2 % p/p), se le incorporó la solución micelar en proporción 90/10 p/p (sistema micelar/solución precursora de PEGDMA e iniciadores). La mezcla se llevó a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y, bajo estas condiciones, se la irradió (60 mW/cm^2) durante 1 h. El hidrogel obtenido se liofilizó para eliminar el agua.

Las matrices obtenidas se caracterizaron por microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FE-SEM), así como también se evaluó la reconstitución en agua de los sistemas micelares. Con este objetivo, en 4 mL de agua se incorporó una porción del polímero y se dejó bajo agitación magnética a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. La solución se analizó por DLS después de 1 h, 3 h y 24 h.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla 1** se resumen las propiedades de los sistemas micelares de F-127 2,5% caracterizados mediante DLS y UHPLC, donde se evidencia cómo la incorporación de cantidades crecientes de CBD afecta el diámetro hidrodinámico (D_h), el índice de polidispersidad (PDI) y la eficiencia de encapsulación (EE%).

Tabla 1. Caracterización de los sistemas micelares por DLS y UHPLC.

	D_h (nm) ($\pm$ S.D.)	PDI ($\pm$ S.D.)	EE% de CBD (%)
F-127 2,5% (blanco)	22,9 (10,5)	0,119 (0,027)	-
F-127 2,5% (CBD: 2 mg.mL⁻¹)	34,1 (14,2)	0,111 (0,024)	100
F-127 2,5% (CBD: 3 mg.mL⁻¹)	35,8 (15,5)	0,023 (0,006)	92.9
F-127 2,5% (CBD: 4 mg.mL⁻¹)	36,7 (15,6)	0,037 (0,015)	86.8

Respecto al tamaño de los sistemas micelares, todos mostraron una distribución unimodal. El aumento en el tamaño de las micelas al comparar los sistemas vacíos con aquellos cargados con CBD es consistente con lo reportado en la literatura para sistemas micelares con fármacos hidrofóbicos. Sin embargo, al incrementar la concentración de CBD a partir de 2 mg.mL^{-1} , el diámetro hidrodinámico no presenta cambios significativos (de $34,1\text{ nm}$ a $36,7\text{ nm}$), sugiriendo que las micelas alcanzan un estado estructural estable. Este comportamiento puede explicarse mediante el modelo propuesto por Villar-Alvarez et al. (2015), donde las interacciones hidrofóbicas entre los anillos aromáticos del CBD en el núcleo micelar favorecen una reorganización molecular que limita la expansión adicional de la micela.

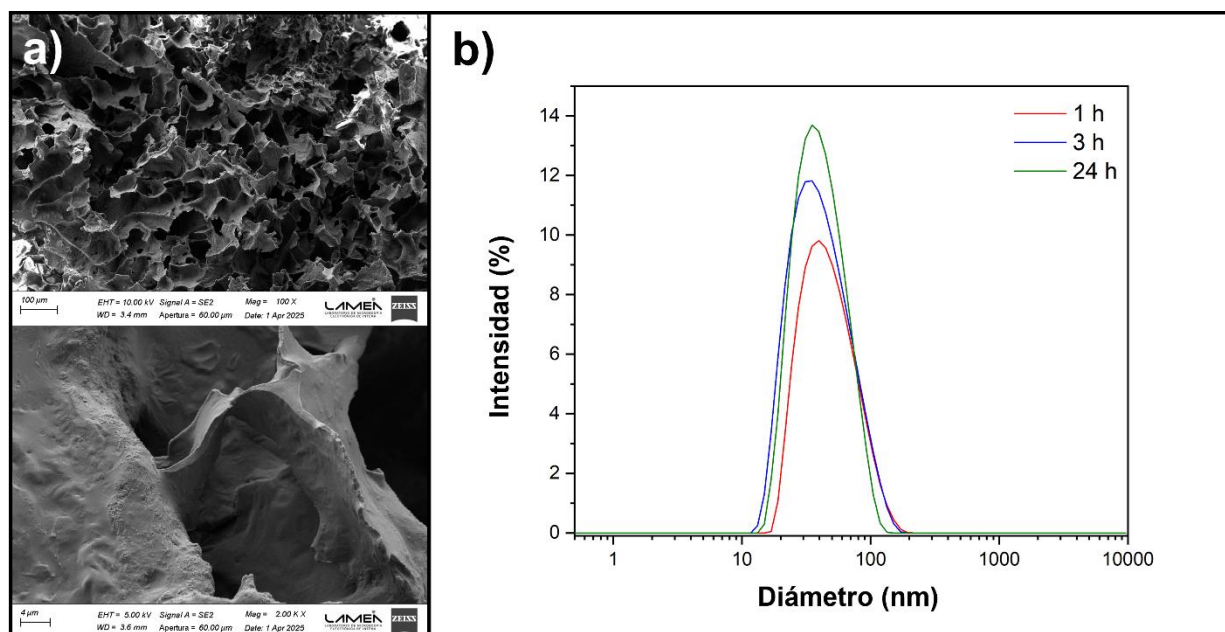
Por otro lado, el PDI disminuyó notablemente al incorporar CBD, especialmente en las concentraciones más altas (3 y 4 mg.mL^{-1}), lo que indica una distribución de tamaños más homogénea y sugiere que el CBD podría estar estabilizando la estructura micelar.

Respecto a la EE%, se observó una disminución progresiva al aumentar la concentración de CBD: desde un 100% con 2 mg.mL^{-1} hasta $86,8\%$ con 4 mg.mL^{-1} . Este comportamiento refleja una saturación de la capacidad de carga de las micelas.

Finalmente, los sistemas micelares con 4 mg.mL^{-1} de CBD se incorporaron en las matrices de PEGDMA. En la **Fig. 1 a)** se muestran micrográficas obtenidas por FE-SEM, que reflejan que la matriz polimérica de PEGDMA posee una arquitectura porosa caracterizada por numerosos poros irregulares e interconectados. Al aumentar la magnificación, se observa que las paredes

de los poros presentan pequeños depósitos, similares a aglomerados granulares, que posiblemente corresponden a los sistemas micelares agregados incrustados en la estructura. Esta arquitectura es especialmente ventajosa, ya que la red interconectada de poros irregulares ofrece una superficie amplia y accesible, mejorando no solo la incorporación efectiva de los sistemas micelares dentro de la matriz, sino también facilitando su posterior difusión y liberación controlada.

Figura 1. a) Imágenes de las matrices poliméricas obtenidas por FE-SEM **b)** Reconstitución en agua de los sistemas micelares



La **Fig. 1 b)** muestra un análisis por DLS orientado a evaluar la reconstitución del sistema micelar en agua (después de haber sido incorporados en la red de PEGDMA). Los resultados demostraron una reconstitución exitosa de las micelas tras el proceso de criofotopolimerización, crucial para el desarrollo de materiales transdérmicos. Las micelas reconstituidas exhibieron una distribución de tamaño unimodal, con una población centrada alrededor de ~40 nm, consistente con las mediciones previas a su incorporación en la red. Adicionalmente, la intensidad de la señal de dispersión se incrementó gradualmente entre 1 h y 24 h, indicando una liberación progresiva y estabilización de las micelas en el medio acuoso.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los sistemas micelares de F-127 alcanzaron altas eficiencias de encapsulación y conservaron distribuciones de tamaño unimodales, con D_h acordes a lo reportado para fármacos hidrofóbicos. La síntesis de la matriz porosa de PEGDMA permitió preservar la integridad de las micelas, que se reconstituyeron en agua con tamaños cercanos a los iniciales (~40 nm). La arquitectura porosa e interconectada de la matriz proporciona un soporte efectivo para las micelas, favoreciendo su liberación progresiva en agua, observada en los estudios de rehidratación por DLS.

REFERENCIAS

- Blessing, E., Steenkamp, M. M., Manzanares, J., & Marmar, C. R. (2015). Cannabidiol as a Potential Treatment for Anxiety Disorders. *Neurotherapeutics*, 12(4), 825-836. <https://doi.org/10.1007/s13311-015-0387-1>
- Bruni, N., Della Pepa, C., Oliaro-Bosso, S., Pessione, E., Gastaldi, D., & Dosio, F. (2018). Cannabinoid Delivery Systems for Pain and Inflammation Treatment. *Molecules*, 23(10). <https://doi.org/10.3390/molecules23102478>
- Burstein, S. (2015). Cannabidiol (CBD) and its analogs: A review of their effects on inflammation. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 23(7), 1377-1385. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2015.01.059>
- Flores-Sanchez, I., & Verpoorte, R. (2008). *Secondary metabolism in Cannabis*. 7, 615-639. <https://doi.org/10.1007/s11101-008-9094-4>
- McClements, D. (2020). Enhancing Efficacy, Performance, and Reliability of Cannabis Edibles: Insights from Lipid Bioavailability Studies. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 45-70. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051834>
- Momekova, D., Ivanov, E., Konstantinov, S., Ublekov, F., & Petrov, P. D. (2020). Nanocomposite Cryogel Carriers from 2-Hydroxyethyl Cellulose Network and Cannabidiol-Loaded Polymeric Micelles for Sustained Topical Delivery. *Polymers*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/polym12051172>
- Paudel, K., Hammell, D. C., Agu, R. U., Valiveti, S., & Stinchcomb, A. L. (2010). Cannabidiol bioavailability after nasal and transdermal application: Effect of permeation enhancers. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 36(9), 1088-1097. <https://doi.org/10.3109/03639041003657295>
- Rao, Y., Li, R., Liu, S., Meng, L., Wu, Q., Yuan, Q., Liang, H., & Qin, M. (2022). Enhanced bioavailability and biosafety of cannabidiol nanomicelles for effective anti-inflammatory therapy. *Particuology*, 69, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2021.11.010>
- Schroeder, W., Williams, R. J. J., Hoppe, C. E., & Romeo, H. E. (2017). Unidirectional freezing as a tool for tailoring air permeability in macroporous poly(ethylene glycol)-based cross-linked networks. *Journal of Materials Science*, 52(23), 13669-13680. <https://doi.org/10.1007/s10853-017-1460-4>
- Stinchcomb, A., Valiveti, S., Hammell, D. C., & Ramsey, D. R. (2004). Human skin permeation of Δ^8 -tetrahydrocannabinol, cannabidiol and cannabinol. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56(3), 291-297. <https://doi.org/10.1211/0022357022791>
- Villar-Alvarez, E., Figueroa-Ochoa, E., Barbosa, S., Soltero, J. F. A., Taboada, P., & Mosquera, V. (2015). Reverse poly(butylene oxide)-poly(ethylene oxide)-poly(butylene oxide) block copolymers with lengthy hydrophilic blocks as efficient single and dual drug-loaded nanocarriers with synergistic toxic effects on cancer cells. *RSC Advances*, 5(64), 52105-52120. <https://doi.org/10.1039/C5RA07296D>
- Yordanov, Y., Stefanova, D., Spassova, I., Kovacheva, D., Tzankova, V., Konstantinov, S., & Yoncheva, K. (2022). Formulation of Nanomicelles Loaded with Cannabidiol as a Platform for Neuroprotective Therapy. *Pharmaceutics*, 14(12), 2625. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122625>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-89>

REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA: UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Sánchez Blanco Joel Scott

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México

scott.sanchez@academicos.udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0947-4915>

Hernández Castellanos Lizbeth Alejandra

Universidad de Guadalajara
Guadalajara, México

lizbeth.hcastellanos@academicos.udg.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5928-4302>

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de la realidad virtual inmersiva (RVI) en la enseñanza de estructuras moleculares en química orgánica en educación media superior. La revisión bibliográfica revela que los estudiantes enfrentan dificultades para interpretar estructuras en 2D, especialmente la estructura de esqueleto, lo que limita su comprensión. La justificación radica en que la RVI puede facilitar una visualización en 3D, promoviendo un aprendizaje más significativo y motivador. La pregunta central es ¿si la implementación de la RVI mejora la interpretación y representación de estructuras moleculares en comparación con métodos tradicionales? La hipótesis plantea que el uso de RVI aumenta la comprensión espacial y los niveles de motivación de los estudiantes. El método incluyó una muestra de 50 estudiantes de tercer semestre, distribuidos en un grupo experimental (26) que utilizó gafas *Oculus Quest 2* para interactuar con modelos moleculares en un entorno virtual, y un grupo control (24) que empleó el método convencional con libros de texto. Se emplearon técnicas de investigación documental, observación participante y análisis estadístico no paramétrico (prueba U de Mann-Whitney) para evaluar la mejora en la interpretación de estructuras moleculares. Los resultados indican que el grupo que utilizó RVI obtuvo puntajes significativamente superiores en las actividades de reconocimiento y representación de moléculas, además de mayor motivación y concentración. Se concluye que la RVI es una herramienta eficaz para fortalecer la visualización y comprensión de conceptos complejos en química orgánica.

Palabras clave: Innovación didáctica, Química orgánica, Realidad virtual.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of immersive virtual reality (IVR) on the teaching of molecular structures in organic chemistry at the upper secondary education level. The literature review reveals that students face difficulties in interpreting 2D structures, particularly skeletal formulas, which limits their understanding. The rationale lies in the fact that IVR can facilitate 3D visualization, fostering more meaningful and motivating learning. The central research question is whether the implementation of IVR improves the interpretation and representation of molecular structures compared to traditional methods. The hypothesis proposes that the use of IVR enhances students' spatial understanding and motivation levels.

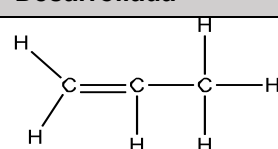
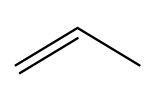
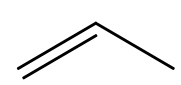
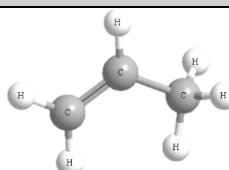
The method involved a sample of 50 third-semester students, divided into an experimental group (26) that used Oculus Quest 2 headsets to interact with molecular models in a virtual environment, and a control group (24) that employed the conventional method with textbooks. Research techniques included documentary analysis, participant observation, and non-parametric statistical analysis (Mann-Whitney U test) to assess improvements in molecular structure interpretation. The results indicate that the group using IVR achieved significantly higher scores in activities related to the recognition and representation of molecules, in addition to reporting greater motivation and concentration. It is concluded that IVR is an effective tool to strengthen visualization and understanding of complex concepts in organic chemistry.

Keywords: Didactic innovation, Organic chemistry, Virtual reality.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química orgánica presenta desafíos significativos en la interpretación y representación de estructuras moleculares, especialmente en su dimensión espacial. Los estudiantes suelen tener dificultades para comprender la estructura de esqueleto, que es fundamental para entender grupos funcionales y reacciones químicas (Pérez y Chamizo, 2016). La incorporación de tecnologías innovadoras, como la RVI, surge como una estrategia prometedora para mejorar el proceso de aprendizaje. Desde sus inicios en la década de 1950, la realidad virtual ha evolucionado para ofrecer experiencias inmersivas que facilitan la visualización de objetos en 3D, generando mayor motivación y comprensión conceptual (Miguélez et al, 2019).

Tabla 1. Representación del 1-Propeno en dos y tres dimensiones

Nombre	Desarrollada	Semidesarrollada	Condensada	Esqueleto
1-Propeno		CH ₂ = CH – CH ₃	C ₃ H ₆	
Nombre	Dos dimensiones		Tres dimensiones	
1-Propeno				

Nota: Elaboración propia

Este trabajo parte de la hipótesis de que la RVI puede potenciar la percepción espacial y la interpretación de estructuras moleculares, enfrentando las limitaciones de los métodos tradicionales en la enseñanza. Se busca, además, determinar si es posible mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes mediante su implementación. La relevancia radica en ofrecer estrategias pedagógicas que combinen tecnología y educación para facilitar el aprendizaje de conceptos complejos en química, contribuyendo a la formación de estudiantes más participativos y competentes, que pertenecen a un contexto público. Se plantea responder si la utilización de la RVI en contextos educativos favorece una mejor comprensión y mayor interés en la química orgánica, aspectos que podrían transformar las prácticas pedagógicas en la enseñanza de ciencias.

2. MARCO CONCEPTUAL

La enseñanza de la química en la educación media superior enfrenta numerosos desafíos, entre ellos, la dificultad de los estudiantes para interpretar y representar estructuras moleculares, especialmente en su forma tridimensional. La estructura de esqueleto, que consiste en líneas zigzag que representan enlaces entre carbonos, es particularmente problemática, ya que los estudiantes tienden a interpretar solo las líneas sin entender la disposición espacial de las moléculas (Jara, Chitica y Arreola, 2022). Diversos estudios señalan que el empleo de recursos visuales y tecnológicos puede mejorar la comprensión de estos conceptos, promoviendo una mayor motivación y atención en los estudiantes (Bermúdez, Fluet, Llorens y Deutsch, 2016).

En este sentido, la RVI emerge como una herramienta innovadora para la enseñanza de la química, ya que facilita la visualización y manipulación de modelos moleculares en tres dimensiones, permitiendo al estudiante explorar las estructuras de manera interactiva y participativa (Souza et al, 2021). La evidencia indica que la utilización de ambientes virtuales puede fortalecer la percepción espacial, lo cual es esencial para comprender conceptos complejos en química orgánica (González, 2020). Además, la RVI promueve la motivación, la atención y la concentración, aspectos fundamentales para mejorar los procesos de aprendizaje en ciencias (Miranda y Ortiz, 2020).

Por otro lado, diversos autores resaltan que la integración de tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual en el aula puede complementar las metodologías tradicionales, generando entornos de aprendizaje más dinámicos y efectivos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La revisión bibliográfica evidencia que la implementación de estas tecnologías contribuye a disminuir las barreras cognitivas en la interpretación de estructuras moleculares, además de favorecer la salud conceptual de los estudiantes, al promover esquemas mentales más sólidos y visuales (Díaz, 2021).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se clasifica como una investigación cuasiexperimental de carácter cuantitativo, con un alcance descriptivo y comparativo (Bisquerra, 2014). La investigación se llevó a cabo en la Escuela Preparatoria No. 19 del Sistema de Educación Media Superior (SEMS) de la Universidad de Guadalajara, en el periodo de febrero de 2024. La muestra estuvo conformada por 50 estudiantes de tercer semestre, con edades comprendidas entre 16 y 17 años, quienes previamente habían recibido una enseñanza tradicional en temas de química orgánica, específicamente en hidrocarburos.

La distribución de los participantes consistió en un grupo experimental, integrado por 26 estudiantes que emplearon dispositivos de realidad virtual (gafas *Oculus Quest 2*) para explorar modelos moleculares en 3D, y un grupo control, conformado por 24 estudiantes que abordaron los contenidos mediante métodos convencionales con libros de texto. La estrategia metodológica incluyó la aplicación de actividades específicas para la interpretación y representación de estructuras moleculares, en particular las de esqueleto, en dos dimensiones y en 3D.

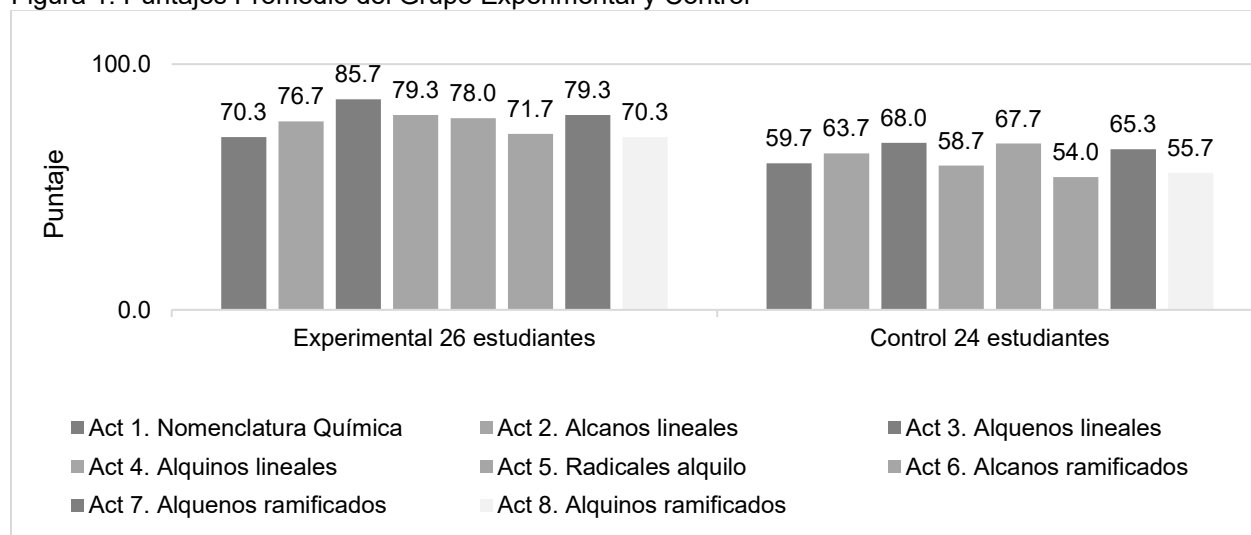
El procedimiento consistió en diseñar un programa de realidad virtual desarrollado con el lenguaje de programación C#, utilizando las herramientas de código abierto *Blender* y *Unity*. Dicha aplicación permitió a los estudiantes manipular modelos moleculares en un entorno virtual inmersivo, facilitando la exploración activa. La investigación utilizó técnicas de recopilación de datos mediante registros audiovisuales de las sesiones, notas de campo en la observación participante y una serie de actividades evaluativas diseñadas para medir la comprensión y la interpretación de los modelos moleculares.

Tras la realización de las actividades, se procedió al análisis estadístico de los datos mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, con el fin de contrastar las diferencias en los puntajes obtenidos por los dos grupos en las tareas de reconocimiento y representación de estructuras moleculares. Además, se aplicaron cuestionarios de motivación y concentración para evaluar el impacto perceptivo de la intervención con RVI.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes del grupo que utilizó la RVI lograron una mayor comprensión de las estructuras moleculares en comparación con el grupo control. Los puntajes promedio en las actividades de interpretación y representación de moléculas en 3D fueron significativamente superiores en el grupo experimental, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Figura 1. Puntajes Promedio del Grupo Experimental y Control



Nota: Elaboración Propia

Esta mejora se refleja en una mayor capacidad para identificar componentes como los radicales alquilo y comprender las cadenas principales en estructuras más complejas, aspectos que tradicionalmente representan una dificultad en la enseñanza convencional (Jara et al., 2022).

Asimismo, los registros audiovisuales y las notas de campo señalaron una mayor participación, motivación y concentración en los estudiantes que interactuaron con la plataforma de realidad virtual. La mayoría señaló que la experiencia práctica en un ambiente inmersivo facilitó su entendimiento espacial de las moléculas, además de incrementar su interés por aprender conceptos de química orgánica. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que sugieren que la tecnología de realidad virtual aumenta la motivación y favorece la adquisición de esquemas mentales más sólidos en el aprendizaje de ciencias (González, 2020; Bermúdez et al., 2016).

No obstante, algunos estudiantes manifestaron dificultades técnicas relacionadas con el manejo del dispositivo, lo cual puede ser considerado en futuras mejoras del proceso. En suma, estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que la implementación de la RVI aporta beneficios sustanciales en la enseñanza de temas abstractos y espaciales en química, complementando

las metodologías tradicionales y promoviendo un aprendizaje más activo y significativo (Hernández et al., 2014).

5. CONCLUSIONES

En conclusión, la presente investigación comprobó que la implementación de la RVI mejora significativamente la interpretación y representación de estructuras moleculares en química orgánica en estudiantes de educación media superior. La interacción con modelos en tres dimensiones no solo facilitó una mejor comprensión espacial, sino que también aumentó la motivación y el interés por la materia, aspectos esenciales para fortalecer el proceso de aprendizaje en ciencias.

Estos resultados respaldan la incorporación de tecnologías de RVI como complemento a las metodologías tradicionales en la enseñanza de la química, principalmente en contextos públicos, destacando su potencial para abordar las dificultades relacionadas con la visualización y conceptualización de moléculas complejas.

La evidencia sugiere que su uso puede transformar los entornos educativos, promoviendo un aprendizaje más participativo, interactivo y efectivo. A futuro, es recomendable ampliar la muestra y explorar otros ámbitos de la educación científica para validar y generalizar estos hallazgos, además de perfeccionar las herramientas tecnológicas utilizadas.

REFERENCIAS

- Bermúdez, S., Fluett, G., Llorens, R., & Deutsch, J. (2016). Realidad virtual para la rehabilitación sensoriomotora después de un accidente cerebrovascular: principios de diseño y evidencia. En *Tecnología de neurorrehabilitación*, segunda edición, 573–603. Publicaciones internacionales Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_28
- Bisquerra, R. (2014). Metodología de la investigación educativa. La Muralla.
- Díaz, L. (2021). *Influencia de la tecnología de realidad virtual en la apropiación social del conocimiento*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Chihuahua. <http://repositorio.uach.mx/407/>
- ENDUTIH (2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. <https://n9.cl/6u0z8>
- González, S. (2020). Plataformas de realidad aumentada y realidad virtual para la formación y la práctica médica. Tesis de Doctorado. Universidad de Salamanca. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2164>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. <https://n9.cl/fb5ji>
- Jara, S., Chitica, S. y Arreola, A. (2022). Química II. Editorial Exponencial
- Miguélez, J., Nuñez, P. & Mañas, L. (2019). La Realidad Virtual Inmersiva como herramienta educativa para la transformación social: Un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en Educación Secundaria Postobligatoria. *Revista Aula Abierta*, 48 (2), 157 – 166. Recuperado de <https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.157-166>
- Miranda, S. y Ortiz, J. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>

- Pantelidis, V. (1999). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Journal Education Technology*, special issue, 59 – 70. <https://n9.cl/nrrdy>
- Pérez, Y. y Chamizo, J. (2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La educación media superior. *Educación Química*, 27 (3), 182 – 194. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/63823>
- Rosenberg, S. (1993). George Coates and Virtual Reality. *TheatreForum*; La Jolla (0), 3.
- Sistema de Educación Media Superior, SEMS. (2008). Tercer ciclo: Química II. Bachillerato General por Competencias del SEMS de la U. de G. <https://www.sems.udg.mx/plan-de-estudios-bgc>
- Sousa, R., Campanari, R. y Rodríguez, A. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19 (33), 223 – 241. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.728>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-90>

OPTIMIZACIÓN DE CONDICIONES DE CULTIVO *IN VITRO* PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN GENOTIPO DE *Cannabis sativa* L.

Fernandez Alzuri, Agustina

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
Olavarría (B7400JWI), Buenos Aires, Argentina.
agustinaf.alzuri@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4051-0406>

Aguila Wharton, Alexander

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
Olavarría (B7400JWI), Buenos Aires, Argentina.
alexawpeter@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9940-267X>

Protti Cosenza, Luciano

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
lprotticosenza@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2868-8620>

Scandura, Ignacio

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
ignacio.scandura.di@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7899-9808>

Cogliatti, Maximiliano

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
cmax@azul.faa.unicen.edu.ar
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2302-1152>

Barreto, Gastón

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires
(CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET.
gbarreto@fio.unicen.edu.ar
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8095-006X>

RESUMEN

El cultivo *in vitro* de *Cannabis sativa* L. enfrenta limitaciones asociadas a desórdenes fisiológicos, siendo la hiperhidricidad uno de los más severos, ya que compromete la calidad morfológica y la supervivencia de los explantes durante la aclimatación. En este estudio se evaluó el efecto de

distintas concentraciones de sacarosa (1%, 2% y 3%), la incorporación de carbón activado (0,5% y 1%) y la reducción de la fuerza iónica del medio (MS/2) sobre la supervivencia, el área foliar, la tasa de multiplicación y la incidencia de hiperhidricidad en explantes nodales del genotipo MK.PP de cannabis (quimiotipo I). Los resultados mostraron que la sacarosa al 3% en medio MS completo indujo los valores más altos de hiperhidricidad y redujo significativamente el área foliar, confirmando la sensibilidad genotipo-dependiente de la especie. En contraste, los medios MS/2 suplementados con 1–2% de sacarosa produjeron explantes de excelente calidad morfológica y baja incidencia de hiperhidricidad. El carbón activado presentó un efecto mitigador complementario, aunque menos consistente y asociado a una reducción en la tasa de multiplicación, probablemente debido a su capacidad adsorbente no selectiva. Se concluye que la combinación de medio MS semidiluido con bajas concentraciones de sacarosa constituye una estrategia prometedora para optimizar la micropropagación del genotipo MK.PP. Estos hallazgos aportan herramientas prácticas para mejorar la reproducibilidad de los protocolos y resaltan la necesidad de validar estas condiciones en otros genotipos para consolidar estrategias de propagación más eficientes.

Palabras clave: *Cannabis sativa* L., hiperhidricidad, medio de cultivo, micropropagación.

ABSTRACT

In vitro culture of *Cannabis sativa* L. faces major constraints associated with physiological disorders, with hyperhydricity being among the most severe, as it compromises explant quality and survival during acclimatisation. In this study, we evaluated the effect of different sucrose concentrations (1%, 2%, and 3%), activated charcoal supplementation (0.5% and 1%), and reduced ionic strength of the medium (MS/2) on survival, leaf area, multiplication rate, and hyperhydricity incidence in nodal explants of the MK.PP genotype of *Cannabis sativa* L. (chemotype I). Results showed that 3% sucrose in full-strength MS medium induced the highest hyperhydricity levels and significantly reduced leaf area, confirming the genotype-dependent sensitivity of the species. By contrast, MS/2 media supplemented with 1–2% sucrose produced explants of excellent morphological quality with minimal hyperhydricity. Activated charcoal exhibited a complementary mitigating effect, although less consistent and associated with reduced multiplication rates, likely due to its non-selective adsorptive capacity. We conclude that combining diluted MS medium with low sucrose concentrations constitutes a promising strategy to optimise the micropropagation of the MK.PP genotype. These findings provide practical tools to improve the reproducibility of protocols and highlight the need to validate such conditions across other genotypes to consolidate more efficient propagation strategies.

Keywords: *Cannabis sativa* L., culture media, hyperhydricity, micropropagation.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Cannabis sativa* L. para uso medicinal e industrial demanda métodos de propagación eficientes y escalables. La micropropagación emerge como una herramienta crucial para producir plantas genéticamente uniformes, libres de patógenos y con un perfil químico consistente, superando los desafíos de la propagación por semillas (Chandra et al., 2017; Lata et al., 2016). Sin embargo, su implementación a escala enfrenta obstáculos, siendo la hiperhidricidad uno de los problemas fisiológicos más severos, lo cual compromete la calidad de las plántulas y la eficiencia general del proceso.

En este trabajo se evaluó la introducción *in vitro* del genotipo MK.PP (quimiotipo I), que en estudios previos inéditos ha mostrado una elevada hiperhidricidad en medios convencionales. El objetivo principal fue analizar el efecto de diferentes concentraciones de sacarosa (1%, 2% y 3%), la adición de carbón activado (0,5% y 1%) y la reducción de la fuerza iónica del medio (MS/2) sobre la supervivencia, el crecimiento y la hiperhidricidad en secciones nodales. Se

planteó la hipótesis de que concentraciones bajas de sacarosa (1–2%), combinadas con carbón activado y/o medios semidiluidos, reducirían significativamente la incidencia del síndrome, favoreciendo la calidad morfológica y el crecimiento sin comprometer la tasa de multiplicación.

2. MARCO CONCEPTUAL

La hiperhidricidad es un trastorno fisiológico severo en el cultivo in vitro de cannabis, caracterizado por tejidos vítreos, quebradizos y con estomas no funcionales, lo que reduce drásticamente la supervivencia en aclimatación (Isah, 2019). Su origen se vincula a estrés oxidativo y desbalances hídrico-nutricionales (Kevers et al., 2004). Factores como altas concentraciones de sales, sacarosa y fitoreguladores lo promueven, pero puede mitigarse ajustando la ventilación, la temperatura y los agentes gelificantes. Optimizar estos parámetros, incluso con pequeñas modificaciones (Abiri et al., 2025), es crucial para desarrollar protocolos eficientes y genotipo-específicos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron explantes nodales (1-2 nudos) del cultivar 'MK.PP' (quimiotipo I). La planta madre se mantuvo en cámara de cultivo con condiciones controladas (22 °C, fotoperíodo 18/6 h). Los explantes se desinfectaron con una secuencia de clorhexidina + carbendazim, etanol 70° y lavandina (1% NaClO) + Tween 80, seguida de tres enjuagues con agua destilada estéril. Los explantes se cultivaron en medio Murashige y Skoog (MS) solidificado con 1% de agar. Se evaluaron dos tratamientos: 1) MS completo y 2) MS semidiluido (MS/2), cada uno suplementado con tres concentraciones de sacarosa (1%, 2% y 3%) y el primero con dos concentraciones de carbón activado (0,5% y 1%). El pH se ajustó a 5,8 antes de la esterilización.

Las variables de respuesta medidas tras 30 días de incubación fueron: número de brotes, longitud, área foliar (analizada con ImageJ v1.53q), tasa de multiplicación y un índice de hiperhidricidad (IH) en una escala de 0 (normal) a 3 (severa), basado en la transparencia y fragilidad de los tejidos. Los datos de área foliar y tasa de multiplicación se analizaron con ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$). El IH se evaluó con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La correlación entre IH y área foliar se analizó con el coeficiente de Spearman.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron un efecto significativo de los tratamientos (Tabla 1). La supervivencia fue alta en todos los casos, alcanzando 100% en la mayoría, indicando ausencia de fitotoxicidad y eficacia del protocolo de desinfección.

Tabla 1

Supervivencia, área foliar, tasa de multiplicación e índice de hiperhidricidad en explantes de Cannabis sativa L. cultivados in vitro bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Supervivencia (%)	Área foliar/explante (mm ²)	Tasa de multiplicación	IH
MS - Sac 1%	100	924,30 ± 394,78 ^d	5,3 ± 0,2 ^a	0,88 ^{ab}
MS - Sac 1% - C.A 0.5%	80	749,35 ± 497,48 ^{bcd}	3,5 ± 0,9 ^a	1,13 ^{abc}
MS - Sac 1% - C.A 1%	100	791,04 ± 442,12 ^{cd}	3,8 ± 0,4 ^a	1,44 ^{bcd}
MS - Sac 2%	100	958,81 ± 573,96 ^d	4,6 ± 0,2 ^a	2,20 ^{efgh}
MS - Sac 2% - C.A 0.5%	100	534,12 ± 531,20 ^{abcd}	3,39 ± 0,5 ^a	2,10 ^{efg}
MS - Sac 2% - C.A 1%	100	869,99 ± 214,45 ^d	3,90 ± 1,7 ^a	1,70 ^{cde}
MS - Sac 3%	100	88,42 ± 56,82 ^a	4,4 ± 0,6 ^a	3,00 ^h
MS - Sac 3% - C.A 0.5%	100	112,12 ± 50,12 ^a	3,1 ± 0,5 ^a	1,90 ^{fde}
MS - Sac 3% - C.A 1%	100	275,10 ± 126,77 ^{abc}	3,3 ± 0,6 ^a	2,30 ^{gh}

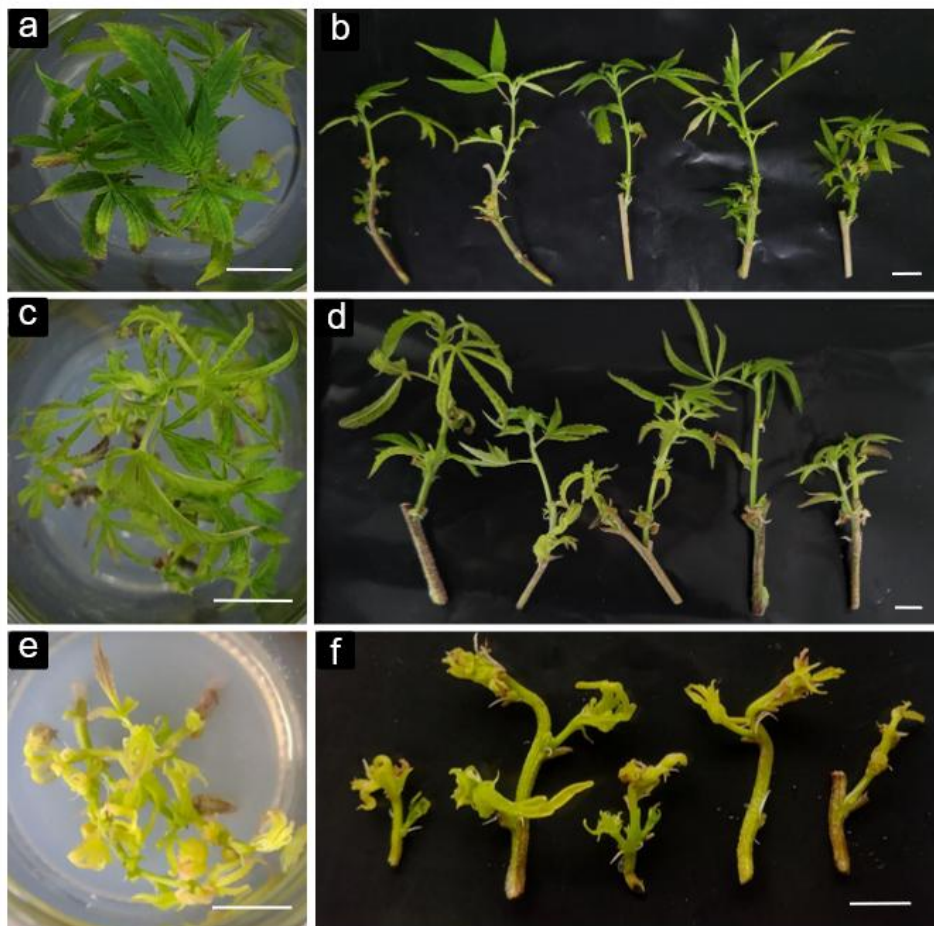
MS/2 - Sac 1%	100	738,00 ± 159,22 ^{bcd}	6,3 ± 1,4 ^a	0,20 ^a
MS/2 - Sac 2%	100	770,63 ± 281,83 ^{bcd}	4,2 ± 0,5 ^a	0,70 ^{gh}
MS/2 - Sac 3%	100	264,99 ± 167,35 ^{ab}	3,9 ± 0,2 ^a	1,70 ^{cde}

Nota. Sac: sacarosa. C.A.: carbón activado. Los datos se presentan como media ± desviación estándar (DE). Para cada variable, los valores seguidos de una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p > 0.05$ con $\alpha = 0.05$) para área foliar y tasa de multiplicación, y según la comparación de rangos múltiples de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0.05$) para el índice de hiperhidricidad (IH).

Respecto a la hiperhidricidad, la sacarosa al 3% en medio MS completo indujo los valores más elevados (Figura 1, e-f). Este comportamiento difiere de lo reportado en otras especies como orquídeas e higuera, donde concentraciones iguales o superiores estimulan el crecimiento (Elazab & Shaaban, 2015; Pinto et al., 2010). Ello refleja la sensibilidad del genotipo MK.PP y concuerda con la ventana estrecha, genotipo-dependiente, descripta para cannabis. La sacarosa al 3% probablemente actuó como factor de estrés osmótico, desencadenando el síndrome y suprimiendo la fotosíntesis (Pepe et al., 2021, 2022). En contraste, las concentraciones entre 1–2% resultaron óptimas para este genotipo (Figura 1, a-d).

Figura 1

Morfología de explantes de *Cannabis sativa* L. (genotipo MK.PP) después de 30 días de cultivo bajo distintos tratamientos. Vista superior (a, c, e) y lateral (b, d, f) de explantes cultivados en medio MS/2 suplementado con sacarosa al 1% (a, b), MS con 2% de sacarosa (c, d) y MS con 3% de sacarosa (e, f). La barra de escala representa 1 cm.



La tasa de multiplicación no mostró diferencias significativas al nivel de confianza establecido ($p = 0,062$), pero sí una tendencia biológicamente relevante. El tratamiento MS/2-Sac 1% alcanzó el mayor valor, seguido por MS-Sac 1% y MS-Sac 2%. La falta de significancia estadística puede atribuirse a la alta variabilidad inherente a la micropropagación y al número limitado de réplicas, lo que sugiere la necesidad de experimentos futuros con mayor poder estadístico. Variabilidad ya reportada en cannabis y en otras especies (Baek et al., 2024; Monthony et al., 2021; Thorpe, 2007).

La reducción de la fuerza iónica (MS/2) demostró ser la estrategia más eficaz contra la hiperhidricidad. Los tratamientos MS/2-Sac 1% y MS/2-Sac 2% produjeron brotes de excelente calidad, casi libres de síntomas. En especies como clavo y pepino también se ha descrito el mismo fenómeno, posiblemente al ajustar el balance hídrico, favorecer el desarrollo de cutícula y estomas funcionales (Polivanova & Bedarev, 2022).

El carbón activado presentó un efecto mitigador adicional, particularmente en medios con sacarosa elevada. Comparar MS-Sac 3% con MS-Sac 3%-C.A. 1% evidenció una reducción en IH. Sin embargo, su efecto fue menos consistente que la dilución del medio y se asoció a una menor tasa de multiplicación, atribuible a su adsorción no selectiva de metabolitos (Thomas, 2008).

En cuanto al área foliar, los tratamientos MS con 1–2% de sacarosa (con o sin C.A.) promovieron las mayores áreas, mientras que MS con 3% de sacarosa, incluso con C.A., produjo las menores. Los medios semidiluidos generaron áreas intermedias, aunque con una morfología más saludable por el bajo IH. El análisis de correlación mostró una relación negativa entre IH y área foliar ($r = -0,48$; $p = 6,08 \times 10^{-8}$), confirmando que la hiperhidricidad limita el desarrollo.

5. CONCLUSIONES

Este estudio confirmó que la concentración de sacarosa y la fuerza iónica del medio son sumamente influyentes para la hiperhidricidad en cannabis. La sacarosa al 3% en MS completo indujo alta hiperhidricidad y redujo el área foliar. La estrategia más efectiva fue combinar medio semidiluido (MS/2) con sacarosa al 1-2%, minimizando la incidencia de la anormalidad y mejorando la calidad del explante. El carbón activado tuvo un efecto mitigador pero redujo la tasa de multiplicación, atribuible a su adsorción no selectiva.

REFERENCIAS

- Abiri, R., O'Reilly, D., & Jones, A. M. P. (2025). Bottom Cooling During Culture Initiation Increases Survival and Reduces Hyperhydricity in Micropropagated Cannabis Plants. *Plants*, 14(6), 886. <https://doi.org/10.3390/plants14060886>
- Baek, S.-C., Jeon, S.-Y., Choi, Y.-J., Byun, B.-H., Kim, D.-H., Yu, G.-R., Kim, H., & Lim, D.-W. (2024). Establishment of an In Vitro Micropropagation System for Cannabis sativa 'Cheungsam.' *Horticulturae*, 10(10), 1060. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101060>
- Chandra, S., Lata, H., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2017). Cannabis sativa L.: Botany and Horticulture. In S. Chandra, H. Lata, & M. A. ElSohly (Eds.), *Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology* (pp. 79–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54564-6_3
- Elazab Doaa S. & Shaaban Mokhtar M. (2015). The Impact of Sucrose Concentration on Root Growth and Development in Fig (Ficus carica L.) In Vitro. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 46(6), 67–75. <https://doi.org/10.21608/ajas.2015.521>

- Isah, T. (2019). Changes in the biochemical parameters of albino, hyperhydric and normal green leaves of *Caladium bicolor* cv. "Bleeding hearts" in vitro long-term cultures. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 191, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.12.017>
- Kevers, C., Franck, T., Strasser, R. J., Dommès, J., & Gaspar, T. (2004). Hyperhydricity of Micropropagated Shoots: A Typically Stress-induced Change of Physiological State. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77(2), 181–191. <https://doi.org/10.1023/B:TICU.0000016825.18930.e4>
- Lata, H., Chandra, S., Techen, N., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2016). In vitro mass propagation of *Cannabis sativa* L.: A protocol refinement using novel aromatic cytokinin meta-topolin and the assessment of eco-physiological, biochemical and genetic fidelity of micropropagated plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(1), 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.12.001>
- Monthony, A. S., Page, S. R., Hesami, M., & Jones, A. M. P. (2021). The Past, Present and Future of *Cannabis sativa* Tissue Culture. *Plants*, 10(1), 185. <https://doi.org/10.3390/plants10010185>
- Pepe, M., Hesami, M., Small, F., & Jones, A. M. P. (2021). Comparative Analysis of Machine Learning and Evolutionary Optimization Algorithms for Precision Micropropagation of *Cannabis sativa*: Prediction and Validation of in vitro Shoot Growth and Development Based on the Optimization of Light and Carbohydrate Sources. *Frontiers in Plant Science*, 12, 757869. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.757869>
- Pepe, M., Leonardos, E. D., Marie, T. R. J. G., Kyne, S. T., Hesami, M., Jones, A. M. P., & Grodzinski, B. (2022). A Noninvasive Gas Exchange Method to Test and Model Photosynthetic Proficiency and Growth Rates of In Vitro Plant Cultures: Preliminary Implication for *Cannabis sativa* L. *Biology*, 11(5), 729. <https://doi.org/10.3390/biology11050729>
- Pinto, J. R. S., Freitas, R. M. O. de, & Praxedes, S. C. (2010). *Stimulation of in vitro development of Cattleya granulosa by sucrose*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15375843>
- Polivanova, O. B., & Bedarev, V. A. (2022). Hyperhydricity in Plant Tissue Culture. *Plants*, 11(23), 3313. <https://doi.org/10.3390/plants11233313>
- Thomas, T. D. (2008). The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances*, 26(6), 618–631. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.003>
- Thorpe, T. A. (2007). History of plant tissue culture. *Molecular Biotechnology*, 37(2), 169–180. <https://doi.org/10.1007/s12033-007-0031-3>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-91>

MODELADO PREDICTIVO DEL CRECIMIENTO MICELIAL BAJO CONDICIONES TÉRMICAS CONTROLADAS EN MICROHONGOS FITOPATÓGENOS, TRICHODERMA HARZIANUM, CLADOSPORIUM CLADOSPORIOIDES, Y CURVULARIA LUNATA: EVALUACIÓN Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO AGRÍCOLA

Arquez, Nikolas

Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas Bogota D.C, Colombia

nsancheza@udistrital.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6438-3672>

RESUMEN

El artículo explora cómo la temperatura influye en el crecimiento hifal y la morfología celular de los microhongos *Trichoderma harzianum*, *Cladosporium cladosporioides* y *Curvularia lunata*, especies relevantes en la agricultura por su papel como fitopatógenos o agentes de biocontrol. La revisión bibliográfica resalta la importancia de comprender las respuestas térmicas de estos organismos en el contexto del cambio climático, ya que la temperatura regula procesos fisiológicos clave y condiciona su aplicabilidad en biotecnología agrícola y ambiental. La hipótesis planteada sostiene que estas especies presentan diferencias en su tolerancia térmica, reflejadas en variaciones de crecimiento y morfología celular. Se empleó un modelo experimental de micología predictiva con cinco réplicas por especie, incubadas en agar papa-dextrosa bajo cuatro condiciones térmicas (21°C, 37°C, 45°C y 60°C). Se evaluaron crecimiento radial, cambios morfológicos mediante tinción con azul de lactofenol, viabilidad celular con ensayo MTT y se aplicaron modelos matemáticos de Baranyi y Rosso para estimar parámetros cinéticos. Los resultados muestran un crecimiento óptimo entre 21°C y 30°C, con reducciones significativas a 37°C y 45°C y ausencia total a 60°C. *Trichoderma harzianum* evidenció mayor resiliencia, con un T_{opt} estimado en 34°C, mientras *Cladosporium* y *Curvularia* fueron más sensibles. La microscopía reveló rupturas hifales y persistencia esporal como estrategia adaptativa. En conclusión, *T. harzianum* posee potencial como biofungicida termoestable en suelos cálidos, mientras que *C. cladosporioides* y *C. lunata* podrían enfocarse en bioremediación y producción de metabolitos, aportando a la gestión agrícola sostenible.

Palabras clave: *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Curvularia*, tolerancia térmica, bioremediación.

ABSTRACT

The article examines how temperature influences hyphal growth and cellular morphology in the microfungi *Trichoderma harzianum*, *Cladosporium cladosporioides*, and *Curvularia lunata*, species relevant to agriculture as phytopathogens or biocontrol agents. The literature review highlights the importance of understanding fungal thermal responses in the context of climate change, since temperature regulates key physiological processes and conditions their applicability in agricultural and environmental biotechnology. The hypothesis states that these species differ in thermal tolerance, reflected in variations in growth rates and morphological traits.

A completely randomized experimental design with five replicates per species was used, incubated on potato dextrose agar under four temperature conditions (21°C, 37°C, 45°C, and 60°C). Hyphal growth was quantified, morphological changes were evaluated using lactophenol cotton blue staining, cell viability was assessed with the MTT assay, and mathematical models by Baranyi and Rosso were applied to estimate kinetic parameters. Results showed optimal growth between 21°C and 30°C, significant reductions at 37°C and 45°C, and complete inhibition at 60°C. *Trichoderma harzianum* exhibited greater resilience, with an estimated T_{opt} of 34°C, while *Cladosporium* and *Curvularia* were more sensitive. Microscopy revealed hyphal ruptures and spore persistence as adaptive responses to thermal stress. In conclusion, *T. harzianum* demonstrates potential as a thermostable biofungicide in warm soils, whereas *C. cladosporioides* and *C. lunata* may be more useful for bioremediation and metabolite production, contributing to predictive mycology and sustainable agricultural management.

Keywords: Place between 3 and 5 keywords, arranged in alphabetical order and separated by commas.

INTRODUCCIÓN

Los microhongos fitopatógenos, como *Trichoderma harzianum*, *Cladosporium cladosporioides* y *Curvularia lunata*, tienen un papel clave en los ecosistemas agrícolas por su interacción con plantas y suelos, lo que afecta la calidad de los cultivos y procesos ecológicos Khan et al. (2014). Representan un desafío en el manejo de enfermedades, pero también ofrecen oportunidades en biotecnología, incluyendo biocontrol, bioremediación y producción de metabolitos con aplicaciones industriales Koç & Karayiğit, (2021). La temperatura influye directamente en crecimiento hifal, esporulación y morfología celular, determinando su colonización y adaptación Vandermeulen & Aerts, (2023). Con el cambio climático y la frecuencia de fluctuaciones térmicas, entender estas respuestas resulta esencial para diseñar estrategias sostenibles Adhikary et al. (2024).

La micología predictiva utiliza modelos matemáticos para describir el comportamiento de microhongos bajo distintas condiciones Judet et al. (2008). Modelos primarios, como los de Baranyi, describen el crecimiento en función del tiempo, estimando parámetros como latencia (λ) y velocidad radial (μ). Modelos secundarios, como el de Rosso, integran factores ambientales para definir temperaturas cardinales mínima (T_{min}), máxima (T_{max}) y óptima (T_{opt}) Sandoval-Contreras et al. (2017). *Alternaria* spp., por ejemplo, alcanza 3.31-4.78 mm/día a 27-31°C, información útil para modelar especies relacionadas Betancourt Rodríguez et al. (2019). Estos modelos apoyan el manejo postcosecha y el diseño de estrategias biotecnológicas frente al estrés térmico.

Las pérdidas agrícolas por microhongos son significativas en cultivos sensibles Betancourt et al. (2019). *Trichoderma harzianum* sobresale por su antagonismo frente a *Fusarium* spp. y *Alternaria* spp. mediante enzimas como quitinasas y metabolitos antifúngicos, consolidándose como biofungicida prometedor Koç & Karayiğit, (2021). *Cladosporium cladosporioides*, con óptimo de 6-28°C, posee potencial en bioremediación al degradar compuestos orgánicos Zalar et al. (2008). *Curvularia lunata*, tolerante a condiciones extremas, ofrece aplicaciones en metabolitos bioactivos de interés farmacéutico Yang et al. (2019).

Este estudio evalúa temperaturas controladas (21°C, 37°C, 45°C y 60°C) en el crecimiento hifal, esporulación y morfología celular. Sus objetivos son: cuantificar tasas de crecimiento y cambios morfológicos, identificar mecanismos moleculares como la expresión de proteínas de choque térmico (HSPs) Wösten, (2019) y proponer aplicaciones como biofungicidas termoestables,

agentes de bioremediación y modelos predictivos agrícolas Tedersoo et al. (2020). El enfoque integra microbiología, biotecnología y modelado para innovar en agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cepas de *Trichoderma harzianum*, *Cladosporium cladosporioides* y *Curvularia lunata* fueron obtenidas de la criopreserva de la Universidad del Externado, a partir de aislamientos recolectados en zonas agrícolas de Bogotá en marzo de 2024. Las muestras provinieron de lesiones en tejidos vegetales con síntomas de infección fúngica. Se realizaron cortes triangulares de 5 mm que se sembraron en agar papa-dextrosa (PDA) acidificado con ácido tartárico (1.4% v/v). Las placas se incubaron en la Universidad Distrital a 21°C durante 7 días en oscuridad. Para purificación se practicaron subcultivos en PDA, seleccionando colonias homogéneas bajo estereoscopio (40X). La identificación morfológica se basó en caracteres de micelio y conidios:

T. harzianum con micelio verde y esporas esféricas, *C. cladosporioides* con colonias oliváceas vellosas y *C. lunata* con conidios curvados Seifert & Rossman, (2010).

El inóculo se preparó a partir de cultivos en agar Czapek incubados 10-15 días. Se añadió solución salina (0.85% p/v) con Tween-80 (0.1%), raspando la superficie para liberar esporas. La suspensión se filtró con gasa estéril y se cuantificó en cámara de Neubauer, ajustando a >1000 esporas/mL Fischer et al. (2010). El medio PDA se elaboró con 39 g/L, esterilizado en autoclave (121°C, 15 psi, 15 min) y vertido en placas Petri estériles (90 mm). Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres réplicas por especie y temperatura (n=5), inoculando 10 µL en el centro de cada placa. Las incubaciones se realizaron en cámaras a 21°C, 37°C, 45°C y 60°C, manteniendo humedad relativa >80% Zalar et al. (2008). Se midió el diámetro colonial durante 14 días.

El crecimiento se evaluó marcando radios desde el centro de inoculación en la base de la placa, registrando el avance fúngico a intervalos regulares. Se midieron diámetro colonial (mm), longitud y ramificación hifal Quintanilla et al. (2018). Para el análisis morfológico, se tomaron muestras de micelio en los días 3, 7 y 14, teñidas con azul de lactofenol (LPCB: fenol 200 g/L, azul algodón 0.5 g/L, ácido láctico, glicerol) y observadas en microscopio óptico (40X) para evaluar hifas, septos y conidios Lactophenol Cotton Blue Stain, (2022). La viabilidad celular se determinó con el ensayo MTT, incubando 100 mg de micelio en 1 mL de MTT (0.5 mg/mL) a 37°C por 4 horas. La absorbancia se midió a 570 nm para cuantificar formazán, expresando viabilidad como porcentaje respecto al control a 21°C Mesquita et al. (2013). Los datos de crecimiento radial se ajustaron al modelo primario de Baranyi para calcular latencia (λ) y velocidad máxima de crecimiento (μ), y al modelo secundario de Rosso para estimar temperaturas cardinales (T_{min} , T_{opt} , T_{max}) Sandoval et al., (2017). Los análisis se realizaron en R (v4.5.1) con el paquete "growthcurver". Se aplicó ANOVA unidireccional para evaluar diferencias entre temperaturas y especies, seguido de prueba post-hoc de Tukey con corrección Bonferroni ($p < 0.05$). El poder estadístico se estableció a priori en 0.8 para validar la robustez del diseño Newsham et al. (2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

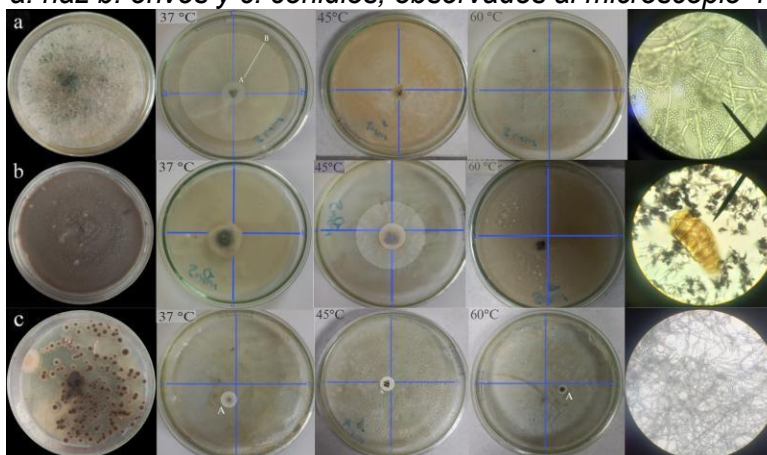
Los datos de crecimiento radial (mm) se analizaron en R (v4.3.2) mediante ANOVA unidireccional (función aov, paquete stats) para evaluar diferencias en el diámetro colonial por temperatura (21°C, 37°C, 45°C, 60°C) y especie (*Trichoderma harzianum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia lunata*). Se aplicó prueba post-hoc Tukey (TukeyHSD, $p < 0.05$) con corrección Bonferroni para múltiples comparaciones. El poder estadístico a priori (paquete pwr) confirmó robustez (n=5 réplicas mínimas) Newsham et al. (2022). Los datos se ajustaron al modelo

primario de Baranyi para estimar latencia (λ) y velocidad máxima de crecimiento (μ), y al modelo secundario de Rosso para temperaturas cardinales (T_{min} , T_{opt} , T_{max}) Sandoval et al, (2017).

Se observaron velocidades μ similares a reportes previos (3.31-4.78 mm/día a 27-31°C para hongos filamentosos; Betancourt et al. (2019).

Figura 1

Aislados de *T. harzianum*, *C. cladosporioides* y *C. lunata* a 21°C, 37°C, 45°C y 60°C en medio PDA de 5- 7 días. a: haz b: envés y c: conidios, observados al microscopio 40X.



Nota. Observación de crecimiento colonial y estructuras microscópicas bajo diferentes temperaturas.

La temperatura afectó significativamente el crecimiento micelial de las tres especies (ANOVA, $p < 0.05$), con una disminución progresiva del diámetro colonial a medida que aumentó la temperatura. En general, se registró un crecimiento máximo a 21°C (30.2 ± 4.1 mm para *T. harzianum*, 23.9 ± 3.4 mm para *C. cladosporioides*, 28.4 ± 3.7 mm para *C. lunata*), reduciéndose a 37°C (22.3 ± 3.8 mm, 16.4 ± 5.2 mm, 19.2 ± 4.1 mm, respectivamente) y 45°C (10.7 ± 3.2 mm, 8.5 ± 2.9 mm, 9.3 ± 2.6 mm), hasta nulo a 60°C. Diferencias significativas se observaron entre 21°C y 45°C para todas las especies (Tukey, $p < 0.05$), sin variaciones a 60°C debido a la inviabilidad total.

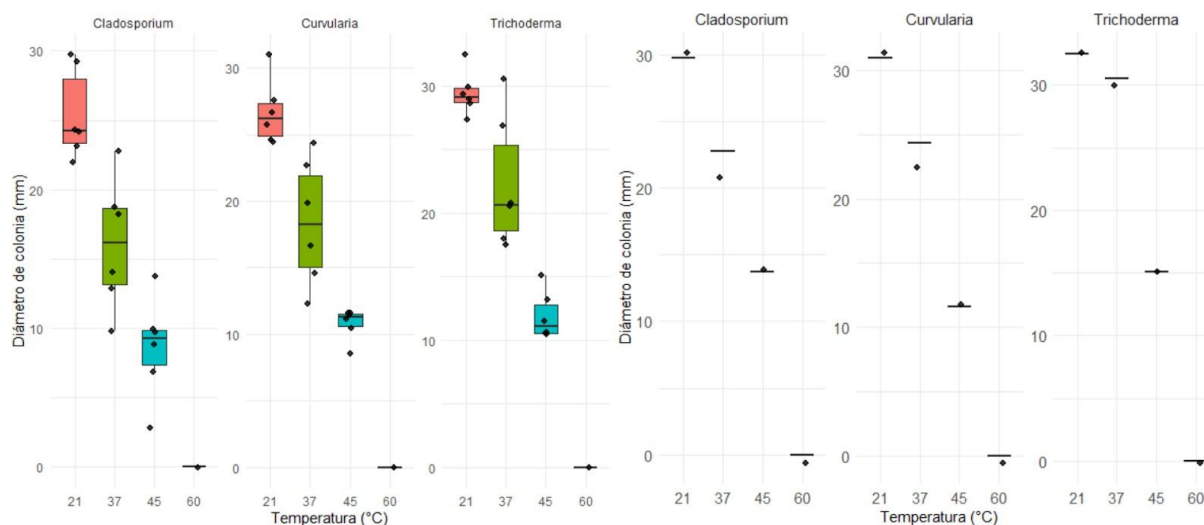
Para *T. harzianum*, el diámetro colonial disminuyó de 30.2 ± 4.1 mm a 21°C a 10.7 ± 3.2 mm a 45°C, con viabilidad (MTT) reducida a ~90 min a 45°C y nula a 60°C. La tinción con LPCB reveló hifas intactas a 21°C, tinción leve a 37°C, rupturas hifales a 45°C y esporas persistentes a 60°C Quintanilla et al. (2018). *C. cladosporioides* mostró mayor sensibilidad, con diámetro de $23.9 \pm$

3.4 mm a 21°C reduciéndose a 8.5 ± 2.9 mm a 45°C y viabilidad ~82 min a 45°C. La morfología indicó ruptura hifal a partir de 37°C, con esporas como forma resistente a 60°C Zalar et al. (2008).

C. lunata presentó un patrón similar, con diámetro de 28.4 ± 3.7 mm a 21°C a 9.3 ± 2.6 mm a 45°C y viabilidad ~95 min a 45°C, con rupturas hifales observables a 45°C Yang et al. (2019).

Figura 2

Distribución del crecimiento del micelio (mm) en función de la temperatura para cada especie de microhongo: Trichoderma harzianum, Cladosporium cladosporioides y Curvularia lunata,



Nota. Representado mediante boxplots. Cada gráfico muestra la variabilidad del crecimiento a las diferentes temperaturas 21°C, 37°C, 45°C y 60°C, con la mediana representada por la línea central de cada caja y los valores atípicos indicados por puntos individuales. Cada color corresponde a diferencias significativas entre las temperaturas con la prueba post-hoc de Tukey ($p < 0.05$) Baranyi rosso más el ANOVA

Estos resultados indican límites mesófilos para las especies estudiadas, con T_{opt} estimada en 25-30°C (μ ~3-4 mm/día) y T_{max} ~45°C, alineados con modelado predictivo Sandoval et al. (2017). La disminución progresiva sugiere inducción de estrés térmico, mediado por HSPs y cambios lipídicos en membranas Wösten (2019), lo que reduce esporulación y ramificación hifal a >37°C. Comparado con hongos postcosecha como *Alternaria* spp., donde μ_{opt} es 3.31-4.78 mm/día a 27-31°C Betancourt Rodríguez et al. (2019), estas especies muestran sensibilidad similar, pero *T. harzianum* exhibe mayor resiliencia, útil para biocontrol en climas tropicales Koç & Karayığit, (2021).

En contexto biotecnológico, estos patrones destacan el potencial de *T. harzianum* como biofungicida termoestable, con crecimiento moderado a 37°C para aplicaciones en compostaje o control de patógenos en suelos cálidos Khan et al. (2014). *C. cladosporioides* y *C. lunata*, más sensibles, podrían optimizarse vía edición genética con CRISPR para HSPs; Zhang et al. (2019) para bioremediación o producción de metabolitos bajo estrés. Limitaciones incluyen ausencia de interacciones multifactoriales, sugiriendo estudios futuros con omics para mecanismos moleculares Tedersoo et al. (2020). Estos hallazgos contribuyen a estrategias predictivas para la agricultura sostenible bajo cambio climático Adhikary et al. (2024).

CONCLUSIONES

El estudio demostró que el crecimiento y la morfología de *T. harzianum*, *C. cladosporioides* y *C. lunata* dependen directamente de la temperatura. El rango óptimo se encontró entre 25–30 °C, con pérdida progresiva de viabilidad a temperaturas mayores y ausencia total a 60 °C. *T. harzianum* presentó la mayor tolerancia, lo que respalda su aplicación como biofungicida

termoestable. *C. cladosporioides* y *C. lunata*, aunque más sensibles, ofrecen potencial en bioremediación y producción de metabolitos. Estos hallazgos aportan fundamentos para estrategias agrícolas sostenibles basadas en micología predictiva.

REFERENCIAS

- Adhikary, G., Bose, S., & Mukherjee, S. (2024). Fungal thermotolerance revisited and why climate change is unlikely to drive the emergence of novel fungal pathogens. *PLOS Pathogens*, 20(2), e1011981. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011981>
- Betancourt Rodríguez, J., Sandoval Contreras, T., Iñiguez Moreno, M., Garrido, L., & Calderón Santoyo, M. (2019). Modelo del crecimiento del hongo *Alternaria* spp., aislado de papaya (*Carica papaya* L.) en función de la temperatura. *e-Gnosis*, 2, 1–10. <http://www.e-gnosis.udg.mx/index.php/trabajosinocuidad>
- Fischer, M. W. F., Stolze-Rybczynski, J. L., Cui, Y. L., & Money, N. P. (2010). How far and how fast can mushroom spores fly? Physical limits on ballistospore size and discharge distance in the Basidiomycota. *Fungal Biology*, 114(8), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2010.05.006>
- Judet, D., Bensoussan, M., Perrier-Cornet, J. M., & Dantigny, P. (2008). Distributions of the growth rate of the germ tubes and germination time lag of *Penicillium chrysogenum* conidia depend on incubation temperature. *Food Microbiology*, 25(7), 902–907. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.05.007>
- Khan, M. R., Parveen, G., Shahzad, S., & Anwer, M. A. (2014). Role of *Trichoderma* spp. in the management of plant diseases. In *Plant Disease Management Strategies for Sustainable Agriculture through Traditional and Modern Approaches* (pp. 161–182). Springer.
- Koç, A., & Karayiğit, B. (2021). Effect of *Trichoderma harzianum* on maize rhizosphere microbiome and biocontrol of *Fusarium* stalk rot. *Biological Control*, 153, 104467. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuy008>
- Lactophenol Cotton Blue (LPCB) Staining - Microbe Notes. (2022). Microbe Notes. <https://microbenotes.com/lactophenol-cotton-blue-staining/>
- Mesquita, N., Portugal, A., Piñar, G., Loureiro, J., Coutinho, A. P., Trovão, J., ... & Sampaio, J. P. (2013). Flow cytometry as a tool to assess the effects of gamma radiation on the viability, growth and metabolic activity of fungal spores. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 84, 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.08.008>
- Newsham, K. K., Misiak, M., Goodall-Copestake, W. P., Dahl, M. S., Boddy, L., Hopkins, D. W., & Davey, M. L. (2022). Experimental warming increases fungal alpha diversity in an oligotrophic maritime Antarctic soil. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1050372. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1050372>
- Quintanilla, D., Hagens, S., Zlatev, I., Møller, N., & Johansen, M. E. (2018). A fast and simple method to estimate relative, hyphal tensile-strength of filamentous fungi used to assess the effect of autophagy. *Biotechnology and Bioengineering*, 115(3), 607–616. <https://doi.org/10.1002/bit.26487>
- Sandoval-Contreras, T., Marín, S., Villarruel-López, A., Gschaedler, A., Sánchez-Ramírez, J., & Ramos, A. (2017). Growth modeling of *Aspergillus niger* strains isolated from citrus fruit as a function of temperature on a synthetic medium from lime (*Citrus latifolia*) pericarp. *Journal of Food Protection*, 80(7), 1090–1098. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-450>
- Seifert, K. A., & Rossman, A. Y. (2010). How to describe a new fungal species. *IMA Fungus*, 1(2), 109–116. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2010.01.02.02>
- Tedersoo, L., Bahram, M., & Zobel, M. (2020). How mycorrhizal associations drive plant population and community biology. *Science*, 367(6480), eaba1223. <https://doi.org/10.1126/science.aba1223>

- Vandermeulen, J., & Aerts, R. (2023). The role of fungi in the carbon cycle of forests: Experimentation and modeling. *Advances in Applied Microbiology*, 123, 1–62. <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2023.02.001>
- Wösten, H. A. B. (2019). The fungal cell wall: Structure, biosynthesis and function. *Microbiology Spectrum*, 7(3), FUNK-0035-2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.FUNK-0035-2018>
- Yang, J., Duan, G., Li, Q., Huang, L., Hong, N., & Wang, G. (2019). *Alternaria* spp. associated with plants: Pathogenicity, identification and control. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1038. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01038>
- Zalar, P., Frisvad, J. C., Gunde-Cimerman, N., Varga, J., & Samson, R. A. (2008). Four new species of *Emericella* from the Mediterranean region of Europe. *Mycologia*, 100(5), 779–795. <https://doi.org/10.3852/07-099R1>
- Zhang, X., Li, Y., Si, H., Zhao, G., Tian, Y., & Mu, J. (2019). Isolation and characterization of antifungal lipopeptides produced by endophytic *Bacillus subtilis* from wheat leaves. *Microbial Biotechnology*, 12(6), 1324–1334. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13464>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-92>

TURISMO, ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL: RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL DE MICHES, REPUBLICA DOMINICANA

Salciccia-Frezza, Diana Mabel

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Santo Domingo.
Santo Domingo, República Dominicana

dsalciccia42@uasd.edu.do

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7384-6021>

Rodríguez-Espinosa, Teresa

Departamento de Agroquímica y Ambiente, Universidad Miguel Hernández de Elche
Ciudad, España

maria.rodrigueze@umh.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9634-215X>

Navarro-Pedreño, José

Departamento de Agroquímica y Ambiente, Universidad Miguel Hernández de Elche
Ciudad, España

jonavar@umh.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4765-2191>

RESUMEN

El Municipio de Miches en la provincia de El Seibo, República Dominicana cuenta con varias áreas protegidas. Una de ellas es el Refugio de Vida Silvestre Lagunas Redonda y Limón. Dentro de esta área existen sistemas sociales y naturales que han estado fuertemente relacionados a través de los servicios ecosistémicos brindados por el área protegida, proporcionando sustento a las comunidades locales durante generaciones. A pesar del gran potencial del área para un desarrollo sostenible, el municipio ha experimentado un crecimiento acelerado de inversiones para el desarrollo turístico en áreas cercanas, que presentan desafíos para los ecosistemas, sus áreas sensibles y las comunidades involucradas. Este trabajo tiene por objeto analizar algunas de las fortalezas y debilidades del sistema socio-ecológico, las tendencias del crecimiento turístico y los desafíos para llevar a cabo un turismo sostenible. Para ello, se realiza un diagnóstico de los servicios ambientales ofrecidos por el Refugio de Vida Silvestre y se analizan datos e imágenes satelitales históricas del uso de suelo y las tendencias actuales de la actividad turística. Como resultado, se proponen medidas para una mejor planificación ambiental turística a través de la incorporación de los estudios de sensibilidad ambiental a la planificación territorial de este nuevo polo turístico.

Palabras clave: áreas protegidas, servicios ecosistémicos, planificación ambiental turística.

ABSTRACT

Miches, in El Seibo province, Dominican Republic has several protected areas. One of them is the Lagunas Redonda and Limón Wildlife Refuge. Within this area there are social and natural systems that have been strongly related through the ecosystem services provided by the protected area, giving sustenance to local communities for generations. Despite the area's great potential for sustainable development, Miches has experienced an accelerated growth of

investments for tourism development in nearby areas, which present challenges to ecosystems, their sensitive areas and the communities involved. This paper aims to analyze some of the conditions and potentialities of the socio-ecological system, the trends of tourism growth and the challenges to carry out sustainable tourism. For this, a diagnosis of the environmental services offered by the Wildlife Refuge is carried out and historical data and satellite images of land use and current trends in tourism activity are analyzed. As a result, measures are proposed for better environmental tourism planning through the incorporation of environmental sensitivity studies into the territorial planning of this new tourist pole.

Keywords: protected areas, ecosystem services, environmental tourism planning.

1. INTRODUCCIÓN

El Refugio de Vida Silvestre Lagunas Redonda y Limón se erige como uno de los enclaves naturales más representativos de la provincia de El Seibo, en la región Este de la República Dominicana. Con una extensión de 2,140 hectáreas declaradas bajo la Ley 202-04 y su posterior designación como sitio Ramsar en 2022 con un área ampliada de 5,754 hectáreas, constituye un espacio vital para la protección de ecosistemas lagunares, manglares y humedales costeros (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014; Convenio de Ramsar, 2022). El refugio, compuesto por la laguna Redonda —de aguas salobres y comunicación marina— y la laguna Limón —de agua dulce—, integra un sistema socioecológico clave para la provisión de servicios ecosistémicos a comunidades locales dependientes de la agricultura, la ganadería, la pesca artesanal y, más recientemente, del turismo.

No obstante, la dinámica actual de Miches evidencia un proceso acelerado de inversión turística desde 2017, que si bien ha detonado oportunidades económicas, también representa serias amenazas ambientales y sociales, similares a las experimentadas en polos turísticos como Bávaro-Punta Cana y Bayahibe (Campusano et al., 2024). En este contexto, el presente trabajo amplía el diagnóstico de la situación del área protegida, analizando fortalezas, debilidades y desafíos del sistema socioecológico ante el crecimiento turístico, con énfasis en la necesidad de integrar análisis de sensibilidad ambiental (ASA) a la planificación territorial.

2. MARCO CONCEPTUAL

El turismo constituye uno de los pilares de la economía dominicana. Entre 2012 y 2022, representó el 25 % de la inversión extranjera directa, principalmente por cadenas hoteleras de capital español y estadounidense, consolidando al país como el principal destino del Caribe (Campusano et al., 2024). Además, aporta el 7,5 % del PIB y el 34,4 % de los ingresos de la balanza de bienes y servicios, generando alrededor del 7 % del empleo nacional (Ministerio de Turismo, 2021).

Este crecimiento, sin embargo, no ha estado exento de tensiones. Investigaciones previas demuestran que el modelo turístico dominicano se caracteriza por la falta de ordenamiento territorial, la ocupación descontrolada de playas y dunas, y la degradación de ecosistemas marinos y costeros (Isa, 2011). El marco normativo, reforzado por incentivos fiscales como la Ley 158-01, ha promovido la expansión de proyectos sin exigir evaluaciones ambientales estratégicas suficientes, lo que ha derivado en la pérdida de servicios ecosistémicos y exclusión de comunidades locales (Portorreal & Morales, 2011).

El caso de Miches responde al fenómeno descrito como “periferias turísticas” (Navarro-Jurado et al., 2015), donde nuevos territorios relativamente vírgenes se ponen en valor para iniciar un ciclo de inversión y masificación que eventualmente conlleva degradación ambiental y migración del capital hacia otras áreas. La relevancia de incorporar evaluaciones estratégicas se encuentra ampliamente documentada en la literatura internacional (Therivel & Partidario, 2013), lo que refuerza la necesidad de aplicar tales mecanismos en nuevos polos turísticos del país.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis del presente diagnóstico se basó en una investigación documental con alcance descriptivo y explicativo, sustentada en la revisión de 40 fuentes bibliográficas entre 2004 y 2024, de las cuales se seleccionaron 14 de mayor pertinencia. La información incluyó artículos científicos, tesis doctorales, informes institucionales y planes de manejo. Asimismo, se consultaron datos satelitales históricos del uso de suelo, que evidencian transformaciones recientes en Miches derivadas del crecimiento turístico.

Complementariamente, se realizó un diagnóstico de los servicios ecosistémicos del Refugio de Vida Silvestre, abarcando categorías de aprovisionamiento, regulación y culturales, en función de los aportes a las comunidades locales y la resiliencia ambiental del área.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan las fortalezas y debilidades del sistema socio-ecológico correspondiente al área protegida y su zona de influencia, así como la tendencia del uso de suelo actual a consecuencia del crecimiento turístico. Asimismo, se analizan algunas medias que permitan mejorar la planificación ambiental turística.

Servicios Ecosistémicos brindados por el área protegida.

El Refugio de Vida Silvestre Laguna Redonda y Limón comprende diversos ecosistemas: manglares, lagunas, ciénagas, arroyos y estuarios. Cada uno de estos ecosistemas ofrece servicios a las comunidades aledañas a la zona protegida, pertenecientes al Municipio de Miches. Estos servicios pueden englobarse en tres categorías:

Tabla 1.

Servicios Ecosistémicos del Refugio de Vida Silvestre Laguna Redonda y Limón.

Tipo de servicio	Suministro
Servicios Ecosistémicos de Aprovisionamiento.	
Agricultura	13.9 km ² superficie cultivada de arroz para el área.
Ganadería	2 cabezas de ganado por ha. 35 km ² de superficie
Pesca	Estadísticas pesqueras.
Apicultura	Número de cajas de apicultura: 30
Servicios Ecosistémicos de Regulación.	
Protección de la costa frente a tormentas	Cobertura de mangle y zonas de inundación (620.73 hectáreas de mangle).
Servicios Ecosistémicos Culturales.	
Senderismo/ turismo de naturaleza	Número de visitantes al Refugio de Vida Silvestre por mes:1,490. Número de habitaciones propuesta por el Plan de Ordenamiento Turístico para la zona 15-35 hab/ha en el área de incidencia de las lagunas.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las fortalezas del sistema socioecológico se encuentran varios proyectos y planes para el manejo sostenible del área, tanto en actividades primarias (agricultura, ganadería y pesca) como terciarias (turismo). Dentro de ellas: la actualización del plan de manejo y su plan operativo para 5 años, sobre el Refugio de Vida Silvestre para establecer acciones de gestión de los

impactos ambientales causados en el área de estudio producto de la ganadería, agricultura y desarrollo turístico, incluyendo las comunidades y organizaciones.

Amenazas por conflicto de uso de suelo en el área de influencia.

El área enfrenta múltiples amenazas derivadas de conflictos en el uso de suelo. El cultivo intensivo de arroz ha generado procesos de eutrofización, mortandad de peces y deterioro de la calidad hídrica por exceso de nutrientes. Asimismo, la ganadería no regulada, la pesca comercial intensiva y la introducción de especies invasoras de flora y fauna presionan los ecosistemas lagunares (USAID et al., 2013).

Otro factor crítico es la expansión de la infraestructura turística en áreas de recarga hídrica y amortiguamiento, lo que compromete la sostenibilidad del sistema hidrológico. La urbanización de zonas de dunas y humedales, autorizada en ocasiones por gobiernos locales y nacionales, refleja la falta de una gobernanza ambiental efectiva (Portorreal & Morales, 2011).

Tendencias del uso del suelo por el crecimiento turístico.

El Plan de Ordenamiento Territorial Turístico de 2012 había propuesto un modelo diversificado y de baja densidad, incluyendo turismo comunitario, agroturismo, turismo de salud y residencial (Ministerio de Turismo, 2012). Sin embargo, desde 2016 se aprobaron proyectos masivos, iniciando con Playa Esmeralda y continuando con al menos siete desarrollos hoteleros adicionales. Las imágenes satelitales comparativas demuestran un cambio drástico en la cobertura, con incremento de áreas urbanizadas en detrimento de la vegetación natural.

Esta tendencia refleja la contradicción entre la planificación formal y las dinámicas reales del mercado, donde los intereses económicos prevalecen sobre la sostenibilidad ambiental.

Figura 1

Imágenes comparativas entre el uso de suelo turístico antes del año 2017 (arriba) y los desarrollos turísticos en la actualidad (abajo).

Fuente: <https://exploremiches.com/plan-de-trabajo/>





Iniciativas de Conservación y Buenas Prácticas.

Existen proyectos relevantes que buscan mitigar impactos. El Seibo Resiliente (2020-2025), ejecutado por la GIZ, desarrolla acciones de restauración ecológica y sensibilización comunitaria. Por su parte, la Fundación REDDOM (2021-2023) delimitó físicamente parte del área protegida y promovió prácticas de restauración (GIZ, 2020; REDDOM, 2023).

En el ámbito empresarial, Promiches ha surgido como un actor clave en la promoción de un turismo responsable. Algunos inversionistas han implementado voluntariamente análisis de sensibilidad ambiental (ASA) para identificar restricciones y diseñar proyectos menos invasivos. No obstante, la falta de obligatoriedad limita la efectividad de estas iniciativas y deja la sostenibilidad sujeta a la voluntad privada (Therivel & Partidario, 2013).

Desafíos del Turismo Sostenible

El principal desafío consiste en institucionalizar los ASA como requisito obligatorio en los procesos de ordenamiento territorial y licenciamiento ambiental. Ello permitiría identificar áreas de alta sensibilidad antes de autorizar proyectos, reduciendo impactos acumulativos y preservando servicios ecosistémicos.

Asimismo, resulta fundamental fortalecer la gobernanza ambiental mediante la coordinación interinstitucional entre el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Turismo, el MEPyD y los gobiernos municipales. De igual forma, se debe fomentar la participación activa de las comunidades locales, no solo como mano de obra, sino como actores en la toma de decisiones y beneficiarios directos del desarrollo sostenible.

La experiencia internacional demuestra que la planificación estratégica ambiental, cuando se aplica de manera integral, aumenta la resiliencia de los territorios frente a los efectos del cambio climático y la presión de la globalización turística (Therivel & Partidario, 2013; ERM, 2005).

5. CONCLUSIONES

El Refugio de Vida Silvestre Lagunas Redonda y Limón constituye un enclave estratégico para la conservación de la biodiversidad y el bienestar comunitario en Miches. No obstante, el rápido crecimiento turístico y la falta de planificación ambiental integrada están generando una presión insostenible sobre los ecosistemas.

Si bien existen esfuerzos privados y comunitarios para mitigar los impactos, la sostenibilidad del área dependerá de pasar de iniciativas individuales a políticas públicas que institucionalicen el análisis de sensibilidad ambiental y fortalezcan el ordenamiento territorial. La integración de las comunidades locales, la restauración de ecosistemas degradados y la diversificación de la oferta

turística en clave de sostenibilidad son ejes prioritarios para evitar que Miches repita los errores de otros polos turísticos dominicanos.

En suma, la conservación del refugio no debe considerarse un obstáculo al desarrollo, sino una condición esencial para garantizar un futuro turístico competitivo, resiliente y alineado con los compromisos globales de sostenibilidad (ODS 6, 13 y 15).

REFERENCIAS

- Cañada, E. (Coord.). (2010). Turismo en Centroamérica, nuevo escenario de conflicto social. Managua, Editorial Enlace.
- Campusano P., M., Cuello D., E., Domínguez V., C. y Orgaz A., F. (2024). La inversión extranjera directa en turismo en la República Dominicana. Un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidad y amenazas. Turismo & Desarrollo local sostenible Vol. 17 Núm.. 36 (2024): Junio ISSN: 1988-5261
- Convenio de Ramsar (Ramsar). (2022). Refugio de Vida Silvestre Laguna Redonda y Limón (Los humedales del Refugio de Vida Silvestre Laguna Redonda y Limón, Miches y Río Maimón). Servicios de información sobre Sitios Ramsar. <https://rsis.ramsar.org/es/rs/2498>
- Environmental Resources Management -ERM- (2005). Evaluación Ambiental Estratégica del Sector Turismo en México. Informe final. Banco Mundial/SECTUR.
- Isa C. Pavel (2011): Expansión y agotamiento del modelo turístico dominicano. El turismo en los informes de desarrollo humano en la República Dominicana. En: Turismo placebo: Nueva colonización turística: Del Mediterráneo a Mesoamérica y El Caribe. Lógicas espaciales del capital turístico. Editores Ernest Cañada Mullor, Macià Blázquez. -- 1a ed. -- Managua: EDISA, 2011. 410 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Refugio de Vida Silvestre Lagunas Redonda y Limón. Plan de Manejo. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad. Dirección de Áreas protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2004. Ley sectorial de Áreas Protegidas 202-04. Santo Domingo.
- Ministerio de Turismo (2021). Conocimiento sobre el turismo en República Dominicana. Santo Domingo, Ministerio de Turismo de la República Dominicana.
- Ministerio de Turismo (2012): Análisis, Clasificación y Propuestas de Gestión Sostenible de las Playas de la República Dominicana. Santo Domingo, Ministerio de Turismo.
- Navarro-Jurado, E., Thiel-Ellul, D. y Romera-Padilla Y. (2015). Periferias del placer: cuando turismo se convierte en desarrollismo inmobiliario-turístico. En: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles No 67 – 2015, págs.. 275-302. I.S.S.N.: 0212-9426.
- Portoreal, F. y Morales, M. (2011): Análisis crítico de la legislación y las políticas turísticas en República Dominicana. En: Turismo placebo: nueva colonización turística: Del Mediterráneo a Mesoamérica y El Caribe. Lógicas espaciales del capital turístico. Editores Ernest Cañada Mullor, Macià Blázquez. -- 1a ed. -- Managua: EDISA, 2011. 410 p. ISBN: 978-99924-60-30-6
- Therivel, R., & Partidario, M. (Eds.) (2013). The practice of Strategic Environmental Assessment. Routledge.

USAID; THE NATURAL CONSERVANCY e INSTITUTO DOMINICANO DE DESARROLLO INTEGRAL –IDDI- (2013): Informe Final Puntos Críticos para la Vulnerabilidad a la Variabilidad y Cambio Climático en la República Dominicana y su Adaptación al mismo. Santo Domingo, Instituto Dominicano de Desarrollo Integral (IDDI). <https://exploremiches.com/plan-de-trabajo/>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-93>

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL MEDIANTE CIRCUNFERENCIA MEDIA DEL BRAZO EN ESCOLARES DE 10 A 12 AÑOS DE UNA PRIMARIA PÚBLICA EN GUADALAJARA, JALISCO

Peña García, Gabriela Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México

021230021@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8801-126X>

Ruíz Vazquez, Guadalupe Monserrat

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México

021220106@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2374-7078>

Estrada Contreras, Karla Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México

kestrada@uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

El estado nutricional de escolares representa un desafío de salud pública que demanda herramientas accesibles para su detección oportuna, como lo es la Circunferencia Media del Brazo (CMB) que permite discriminar la cantidad de masa muscular corporal. Objetivo: Evaluar el estado nutricional mediante la CMB en escolares de 4º, 5º y 6º grado. Material y Metodos: Estudio descriptivo y transversal, muestreo a conveniencia. se evaluó la CMB (Frisancho, 1990). tecnica antropometrica ISAK. estadística descriptiva y pruebas t de Student, ANOVA y U de Mann-Whitney. Resultados: n35, mujeres 34.3% (12) y hombres 65.7% (23), edad: media 11 años (rango 10-12; DE. 0.767). El CMB media 21.84 cm (15-33 cm; DE. 4.36). El 57.14% de los estudiantes presentó desnutrición, el 40.00% obesidad y solo el 2.86% un estado nutricional normal. La desnutrición fue más frecuente en mujeres (61.5%), en comparación con los hombres (38.5%), la obesidad predomina en hombres (69.2%), mientras que en mujeres representa solo el 30.8%. Se encontraron diferencias significativas entre grados escolares ($p < 0.038$), pero no por sexo ($p < 0.222$). Conclusión: La CMB se consolidó como un indicador antropométrico práctico y confiable para detectar alteraciones nutricionales en escolares, respondiendo al objetivo de esta investigación. Su sencillez, bajo costo y aplicabilidad la hacen idónea para programas de salud escolar y comunitaria, especialmente en contextos con recursos limitados además, la investigación evidencia la importancia de la detección temprana para prevenir complicaciones y favorecer un desarrollo integral.

Palabras clave: estado nutricional, circunferencia media del brazo, niños en edad escolar

ABSTRACT

The nutritional status of schoolchildren represents a public health challenge that demands accessible tools for timely detection, such as the Mid-Upper Arm Circumference (MUAC), which allows the discrimination of body muscle mass. Objective: To assess the nutritional status of 4th, 5th, and 6th grade schoolchildren using MUAC. Material and Methods: A descriptive and cross-sectional study, with convenience sampling. MUAC was evaluated (Frisancho, 1990) using the ISAK anthropometric technique. Descriptive statistics and Student's t-test, ANOVA, and Mann-Whitney U tests were applied. Results: $n = 35$; girls 34.3% (12) and boys 65.7% (23), age: mean 11 years (range 10–12; SD 0.767). Mean MUAC: 21.84 cm (15–33 cm; SD 4.36). 57.14% of students presented malnutrition, 40.00% obesity, and only 2.86% had a normal nutritional status. Malnutrition was more frequent in girls (61.5%) compared to boys (38.5%), while obesity predominated in boys (69.2%) compared to girls (30.8%). Significant differences were found between school grades ($p = 0.038$), but not by sex ($p = 0.222$). Conclusion: MUAC proved to be a practical and reliable anthropometric indicator to detect nutritional alterations in schoolchildren, meeting the objective of this research. Its simplicity, low cost, and applicability make it ideal for school and community health programs, especially in resource-limited settings. Furthermore, this research highlights the importance of early detection to prevent complications and promote integral development.

Keywords: Nutritional Status, Mid-Upper Arm Circumference, Child School Age

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación nutricional es esencial en salud pública y medicina preventiva sobre todo en la población infantil ya que permite identificar de manera temprana problemas de desnutrición y exceso de peso; entre los distintos métodos la circunferencia media del brazo (CMB) se ha consolidado como una técnica práctica económica y confiable porque además de medir peso y talla discrimina entre masa muscular y grasa corporal ofreciendo un panorama más integral del estado nutricional. Becker et al 2024, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP 2020 señalan que evaluar el estado nutricional con una cinta bifoliar refleja las reservas proteicas del organismo esenciales en el crecimiento infantil, Freedman y Sherry 2009 respaldan esta visión al indicar que este método supera al índice de masa corporal al brindar diagnósticos más precisos. Más allá del ámbito clínico esta técnica cumple un rol preventivo clave frente al aumento global de sobrepeso y obesidad infantil su bajo costo y fácil aplicación la hacen accesible en contextos rurales y de bajos recursos donde no hay equipos sofisticados los investigadores Pontiles de Sánchez et al 2016 destacan su eficacia y simplicidad como base de programas de intervención nutricional en emergencias humanitarias ya que se utiliza para la detección temprana de déficits alimentarios, su uso es promovido por organismos internacionales como UNICEF 2024 su relevancia también se extiende al campo de la investigación por Menber Belachew y Fentahun (2025) resaltando su papel en estudios de seguridad alimentaria mientras que Carmenate Milián et al 2014 subrayan que su eficacia depende de la capacitación del personal de salud lo que asegura mediciones precisas y diagnósticos confiables.

En el plano de las políticas públicas UNICEF 2019 advierte que la mala alimentación infantil ocasiona desnutrición, deficiencias de micronutrientes y obesidad problemas que requieren herramientas de medición, destacando que esta técnica es útil en investigaciones epidemiológicas porque permite monitorear tendencias en tiempo real y generar respuestas rápidas ante situaciones de inseguridad alimentaria y para diseñar estrategias de campañas conjuntas de UNICEF y el Ministerio de Salud de la Nación 2020 han demostrado su efectividad en la reducción de la desnutrición infantil en comunidades vulnerables así como Pinheiro Fernandes Quintiliano Scarpelli y Masferrer Riquelme 2022. En México ha sido clave para

diagnosticar la doble carga de malnutrición caracterizada por la coexistencia de desnutrición y obesidad favoreciendo intervenciones oportunas que reducen complicaciones y costos.

Ravasco Anderson y Mardones (2010) enfatizan la importancia de la detección temprana para prevenir enfermedades metabólicas pues la desnutrición compromete el crecimiento el sistema inmunológico y aumenta la vulnerabilidad a infecciones los datos nacionales muestran la magnitud del problema según Rivera-Dommarco y Shamah-Levy en el 2024 el 142% de los menores de cinco años sufren desnutrición crónica lo que equivale a 19 millones de casos especialmente en comunidades rurales e indígenas, mientras que Lutter y Chaparro 2008 añaden que esta condición provoca pérdida muscular retraso en el crecimiento y mayor riesgo de enfermedades. En contraste el sobrepeso y la obesidad se han convertido en otro gran desafío según la ENSANUT 2020-2022 el 365% de los niños 5 a 11 años presentan exceso de peso entre los factores destacan el consumo de ultraprocesados el sedentarismo y entornos obesogénicos. Shamah-Levy et al (2023) señalan que el sobrepeso ocasiona acumulación excesiva de grasa, fatiga y alteraciones hormonales mientras que la obesidad incrementa el riesgo de diabetes tipo 2 e hipertensión, además el Instituto Nacional de Salud Pública (2022) advierte que estos problemas también afectan la salud emocional y la calidad de vida infantil en este panorama esta técnica representa una herramienta valiosa y complementaria para monitorear tanto la desnutrición como el exceso de peso al diferenciar masa muscular de grasa corporal su bajo costo rapidez y aplicabilidad en distintos contextos la convierten en una pieza central en el diagnóstico la prevención y el diseño de políticas contra la malnutrición infantil.

2. MARCO CONCEPTUAL

Estudio en estudiantes del CUCBA (2018) tuvo como propósito evaluar la correlación entre el índice de masa corporal y el rendimiento académico en alumnos del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, identificando una relación negativa entre ambas variables, ya que conforme aumentaba el IMC el promedio escolar tendía a disminuir, lo que sugiere que un mayor peso corporal puede impactar de manera desfavorable en el desempeño académico de los estudiantes.

Salazar et al (2018). Se centró en el análisis de la asociación entre sobrepeso, obesidad y rendimiento académico en adolescentes, mostrando que en el caso de las mujeres un mayor índice de masa corporal se vinculaba con un riesgo más alto de bajo aprovechamiento escolar, lo que resalta la importancia de atender el impacto del exceso de peso en la vida académica y de considerar también las diferencias de género al estudiar esta relación.

Bliss et al. 2018 revisaron la aplicación de la circunferencia media del brazo (CMB) en la detección comunitaria de desnutrición aguda severa. Concluyen que es una herramienta sencilla y útil incluso para cuidadores sin formación clínica, aunque advierten que los estudios son de pequeña escala y se necesitan investigaciones más amplias.

Hernández-Bitar y Colunga-Rodríguez (2020). Este artículo presenta un estudio transversal realizado en estudiantes de secundaria en México con el objetivo de analizar la relación entre el índice de masa corporal y el rendimiento académico, encontrando que los adolescentes con obesidad mostraron un mayor desempeño escolar en comparación con aquellos con peso normal y sobrepeso, observándose diferencias estadísticamente significativas que permiten considerar al estado nutricional como un factor asociado al aprovechamiento académico.

Sisay et al. 2022 realizaron un metaanálisis con más de 50,000 niños y adolescentes, demostrando que la CMB tiene alta sensibilidad y especificidad para detectar sobrepeso y obesidad. Destacan su utilidad en contextos de bajos recursos, aunque señalan la necesidad de puntos de corte adaptados a cada población.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo y transversal, muestreo a conveniencia en estudiantes de 4º 5º y 6º grado de la escuela “Emma Godoy Urbana 522” en Guadalajara México con edades entre 10 y 12 años con el propósito de evaluar la Circunferencia Media del Brazo (CMB) como indicador del estado nutricional, se contó con el consentimiento informado de padres o tutores excluyendo a quienes presentaban condiciones médicas se midió siguiendo las pautas de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK 2001) localizando el punto medio entre acromion y olécranon en el brazo no dominante con una cinta marca Lufkin rango de medición 0 a 200 cm. Análisis estadístico descriptivos y U de Mann-Whitney se respetaron los principios éticos garantizando confidencialidad y libertad de participación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Participaron n35, los cuales el 34.3% mujeres (12) y 65.7% hombres (23), con una edad promedio de 11 años (rango 10 a 12; DE = 0.767). La circunferencia media del brazo (CMB) fue de 21.84 cm, con valores entre 15 y 33 cm (DE = 4.36). En cuanto al estado nutricional, el 57.14% presentó desnutrición, el 40.00% obesidad y solo el 2.86% mostró un estado normal. La desnutrición fue más frecuente en mujeres 61.5% que en hombres 38.5%, mientras que la obesidad predominó en los hombres 69.2% frente a las mujeres 30.8%. Finalmente, se identificaron diferencias significativas entre los grados escolares (p 0.038), aunque no se encontraron diferencias por sexo (p 0.222).

Tabla 1

Estadísticos descriptivos

Variable	n	Mínimo	Máxim o	Media	Desv. estándar
Edad	35	10	12	11	0.767
Circunferencia media del brazo	35	15	33	21.84	4.365

Nota: n=número de participantes

Tabla 2

Estado nutricional según sexo y grado escolar

Interpretación CMB	Sexo	4to	5to	6to	total
Normal	Hombre	1	0	0	1
	%	100.00	0.00	0.00	100.00
Desnutrición	Mujer	4	2	2	8
	%	50.00	25.00	25.00	100.00
	Hombre	3	4	6	13

	%	23.10	30.80	46.20	100.00
	Total	7	6	8	21
	%	33.30	28.60	38.10	100.00
Obesidad	Mujer	0	4	0	4
	%	0.00	100.00	0.00	100.00
	Hombre	3	4	2	9
	%	33.30	44.40	22.20	100.00
	Total	3	8	2	13
	%	23.10	61.50	15.40	100.00
Total general	Mujer	4	6	2	12
	%	33.30	50.00	16.70	100.00
	Hombre	6	9	8	23
	%	26.10	39.10	34.80	100.00
	Total	10	15	10	35
	%	28.60	42.90	28.60	100.00

Nota: La tabla muestra la distribución de la interpretación de la Circunferencia Media del Brazo (CMB) por sexo y grado escolar. Los valores representan el número de estudiantes y el porcentaje dentro de cada categoría

Se realizó prueba de U Mann-Whitney para comparar diferencias entre grupos. Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los grados escolares (4to, 5to y 6to) con un valor $U = 38.500$ y $p = 0.038$ ($p < 0.05$), estableciendo que a mayor grado académico, mayor riesgo nutricional, por la toma de decisiones por parte de los niños.

5. CONCLUSIONES

La CMB se consolidó como un indicador antropométrico práctico y confiable para detectar alteraciones nutricionales en escolares, respondiendo al objetivo de esta investigación. Su sencillez, bajo costo y aplicabilidad la hacen idónea para programas de salud escolar y comunitaria, especialmente en contextos con recursos limitados además, la investigación evidencia la importancia de la detección temprana para prevenir complicaciones y favorecer un desarrollo integral, destacando la necesidad de investigaciones futuras que estandaricen puntos de corte y protocolos.

REFERENCIAS

- Alvizar Rodríguez, E. de J. (2025). Isak y su relación con la nutrición y el deporte. Nutrify. https://nutrify.io/blog/isak-y-su-relacion-con-la-nutricion-y-el-deporte?utm_source
- Becker, P., Abdel-Rahman, S., Nemet, D., Marino, L. V., Noritz, G., Fisberg, M., & Beretich, K. (2024). Measurement of mid-upper arm circumference to screen for childhood malnutrition: General applicability and use in special populations. *Nutrition in Clinical Practice*, 39(6), 1517–1528. <https://doi.org/10.1002/ncp.11208>
- Bliss, J., Lelijveld, N., Briend, A., Kerac, M., Manary, M., McGrath, M., Prinzo, ZW., Shepherd, S., Zagre, NM., Woodhead, S., Guerrero, S., Mayberry, A. (2018). Use of Mid-Upper Arm Circumference by Novel Community Platforms to Detect, Diagnose, and Treat Severe Acute Malnutrition in Children: A Systematic Review. *Glob Health Sci Pract*. 3;6(3):552-564. doi: 10.9745/GHSP-D-18-00105. PMID: 30185435; PMCID: PMC6172115.

- Carmenate-Milián, L., Moncada, Chévez., F. A., & Borjas-Leiva, E. W. (2014). Manual de medidas antropométricas (Informe técnico IRET 19; Serie Salud, Trabajo y Ambiente, n.º 18/19). Costa Rica: SALTRA / IRET-UNA. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25106w/U4/MANUALANTROPOMETRIA.pdf?utm>
- Estudio en estudiantes del CUCBA. (2018). Índice de masa corporal y rendimiento académico en estudiantes. Revista de Salud Pública y Nutrición, 17(4). <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/download/393/338>
- Freedman, DS., & Sherry, B. (2009). The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. Pediatrics, 124(Suppl 1), S23–S34. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-3586E>
- Hernández-Bitar, DG., & Colunga-Rodríguez, C. (2020). Estudio transversal para comparar el rendimiento académico en estudiantes mexicanos de educación secundaria en función de su índice de masa corporal. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 24(3), 218–225. <https://renhyd.org/renhyd/article/view/987>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). (2020). Evaluación del estado nutricional con cinta métrica bifoliar (CMB). INCAP. https://www.incap.int/videos/Bifoliar-Ev-del-EN-con-CMB-INCAP_12-6-2020.pdf
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2022). Sobre peso y obesidad. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/doctos/analiticos/28-Sobrepeso.y.obesidad-ENSANUT2022-14762-72492-2-10-20230619.pdf>
- Lutter, CK., & Chaparro, CM. (2008). La desnutrición en lactantes y niños pequeños en América Latina y el Caribe: Alcanzando los objetivos de desarrollo del milenio. Organización Panamericana de la Salud. <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2009/la-desnutricion-en-ninos-pequenos-en-am-lat-caribe.pdf>
- Mayo Clinic. (2023, julio 22). Obesidad: Síntomas y causas. Biblioteca de la Salud – Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/obesity/symptoms-causes/syc-20375742>
- Menber, Y., Belachew, T., & Fentahun, N. (2025). Diagnostic accuracy of MUAC for assessment of acute malnutrition among children aged 6–59 months in Africa: Systematic review and meta-analysis. Frontiers in Nutrition, 12, Article 1536386. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1536386>
- Pinheiro-Fernandes, A., Quintiliano-Scarpelli, D., & Masferrer-Riquelme, D. A. (2022). Manual de evaluación nutricional: Ecuaciones, fórmulas, parámetros de referencia y criterios para la realización del diagnóstico nutricional en distintas situaciones (Versión final). Universidad del Desarrollo. <https://medicina.udd.cl/nutricion-dietetica-santiago/files/2022/01/Manual-de-Evaluaci%C3%B3n-Nutricional-VERSION-FINAL.pdf>
- Pontiles de Sánchez, M., Morón de Salim, A., & Darias-Perdomo, S. (2016). Circunferencia media de brazo en preescolares y escolares hospitalizados como valor predictivo de desnutrición aguda. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 66(3), 205–212. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222016000300003
- Ravasco, P., Anderson, H., Mardones, F., & Red de Malnutrición en Iberoamérica del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Red MEL-CYTED). (2010). Métodos de valoración del estado nutricional. Nutrición Hospitalaria, 25(Suplemento 3), 57–66. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000900009

- Rivera-Dommarco, J. A., Cuevas-Nasu, L., Bonvecchio-Arenas, A., Unar-Munguía, M., Gómez-Acosta, L. M., Muñoz-Espinosa, A., García-Feregrino, R., Ávila-Arcos, M. A., Méndez-Gómez-Humarán, I., Ávila-Curiel, A., Galindo-Gómez, C., & Shamah-Levy, T. (2024). Mala nutrición en menores de cinco años. *Salud Pública de México*, 66(4), 395–403. <https://doi.org/10.21149/15864>
- Salazar-Rendón, JC, Méndez, N, & Azcorra, H. (2018). Asociación entre el sobrepeso y la obesidad con el rendimiento académico en estudiantes de secundaria de la ciudad de Mérida, México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 75(2), 94-103. <https://doi.org/10.24875/bmhim.m18000018>
- Shamah-Levy, T., Gaona-Pineda, E. B., Cuevas-Nasu, L., Morales-Ruán, C., Valenzuela-Bravo, D. G., Méndez-Gómez-Humarán, I., & Ávila-Arcos, M. A. (2023). Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. *Salud Pública de México*, 65(Supl. 1), S218–S224. <https://doi.org/10.21149/14762>
- Sisay, BG., Hassen, HY., Jima, BR., Atlantis, E., Gebreyesus, SH. (2022). The performance of mid-upper arm circumference for identifying children and adolescents with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutrition*; 25(11):3203-3215. doi: 10.1017/S136898002200116X. PMID: 35163456; PMCID: PMC9991645.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. (2001). Normas internacionales para la valoración antropométrica. <https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/275120230526152829.pdf>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-94>

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN CON CALCÓGENOS (O, S, Se, Te) EN LAS PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y ÓPTICAS DE SENSIBILIZADORES

Báez-Castro, Alberto

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis, Sinaloa, México
alberto.baez@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6137-0932>

Peñuelas-Gómez, Carlos Alberto

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis, Sinaloa, México
carlos.apg@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1387-3631>

Luque-Román, Manuel Alonso

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis, Sinaloa, México
alberto.baez@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0986-5284>

Soto-Rojo, Rody Abraham

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis, Sinaloa, México
rody.soto@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-4689>

Baldenebro-López, Jesús Adrián

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis, Sinaloa, México
jesus.baldenebro@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2186-9552>

Glossman-Mitnik, Daniel

Centro de Investigación en Materiales Avanzados
Chihuahua, Chihuahua, México
daniel.glossman@cimav.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9583-4256>

RESUMEN

Se realizó un estudio teórico mediante DFT/TD-DFT (funcionales M06/M06-2X; bases 6-31G(d) para C, H, N, O y DZVP para S, Se, Te; modelo IEF-PCM en etanol, considerando 20 estados excitados) para evaluar el efecto de la sustitución heteroatómica (O→S→Se→Te) en las propiedades electrónicas y ópticas de cuatro moléculas basadas en un esqueleto de cumarina. Los resultados muestran una disminución sistemática en la brecha HOMO-LUMO (de 4.175 a

3.518 eV), así como un desplazamiento de la absorción máxima hacia longitudes de onda mayores (de 326.6 a 381.8 nm según TD-DFT), lo que implica una mejor cobertura espectral. Las transiciones electrónicas dominantes corresponden a HOMO→LUMO, con carácter $\pi \rightarrow \pi^*$. Los parámetros de inyección y regeneración (ΔG_{inj} entre 1.16 y 1.19 eV; ΔG_{reg} decreciente en la serie) sugieren una mejora en los procesos de transferencia de carga para las especies con Se y Te. Estos resultados indican su potencial como sensibilizadores en DSSC, aunque se requiere validación electroquímica y estudios de estabilidad para confirmar su aplicabilidad práctica.

Palabras clave: calcógenos, DFT, sensibilizadores, TD-DFT.

ABSTRACT

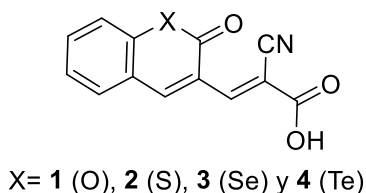
A theoretical study using DFT/TD-DFT (M06/M06-2X functionals; 6-31G(d) basis set for C, H, N, O and DZVP for S, Se, Te; IEF-PCM solvent model in ethanol, considering 20 excited states) was conducted to evaluate the effect of heteroatom substitution (O→S→Se→Te) on the electronic and optical properties of four coumarin-based molecules. The results show a systematic decrease in the HOMO–LUMO gap (from 4.175 to 3.518 eV), along with a red shift in the maximum absorption wavelength (from 326.6 to 381.8 nm according to TD-DFT), indicating improved spectral coverage. The dominant electronic transitions correspond to HOMO→LUMO with strong $\pi \rightarrow \pi^*$ character. Injection and regeneration parameters (ΔG_{inj} between 1.16 and 1.19 eV; decreasing ΔG_{reg} across the series) suggest enhanced charge-transfer processes for Se- and Te-containing species. These findings highlight their potential as sensitizers in DSSC applications, although further electrochemical validation and stability assessments are necessary to confirm their practical viability.

Keywords: chalcogens, DFT, sensitizers, TD-DFT.

1. INTRODUCCIÓN

Las celdas solares sensibilizadas por colorante (DSSC) y otros dispositivos foto electrónicos dependen críticamente de la naturaleza del sensibilizador para determinar la eficiencia de absorción, la transferencia electrónica y la estabilidad a largo plazo. La operación de las DSSCs involucra cuatro pasos principales: absorción de luz por parte del sensibilizador, inyección electrónica desde el sensibilizador al dióxido de titanio, transportación de electrones a través de la capa semiconductora y regeneración del sensibilizador mediante una reacción oxido-reducción en el electrolito (Grätzel, 2003). En este estudio teórico se investiga cómo la sustitución del átomo de oxígeno en un esqueleto de cumarina por distintos calcógenos (S, Se y Te), modifica las propiedades electrónicas y ópticas de una serie de cuatro sensibilizadores. La elección de esta serie permite estudiar un cambio progresivo en la polarizabilidad y la energía de los orbitales de frontera asociado al aumento de la masa atómica del heteroátomo, con expectativas de observar tendencias en la brecha HOMO–LUMO, desplazamientos de absorción y variaciones en los parámetros termodinámicos de inyección y regeneración eléctrica. Estos aspectos son relevantes tanto para la optimización del acoplamiento con la banda de conducción de semiconductor típicos (por ejemplo, TiO_2) como para la selección de pares redox adecuados en DSSC. Además, estudiar sistemáticamente la familia O→S→Se→Te permite generar estrategias para el diseño de nuevos sensibilizadores más robustos. El objetivo principal de este trabajo es caracterizar computacionalmente las tendencias energéticas y espectroscópicas de la serie, identificar candidatos prometedores para ensayos experimentales y proponer experimentos de validación que faciliten su traslado a aplicaciones prácticas.

Figura 1. Estructura de moléculas propuestas.



2. MARCO CONCEPTUAL

La relación entre estructura molecular y propiedades ópticas es clave para entender cómo la sustitución hetero atómica modifica la absorción y la distribución electrónica. Estudios sobre la influencia de calcógenos señalan que la polarizabilidad y el efecto inductivo afectan los niveles frontera (Deogratias et al., 2023). En particular, la evaluación de ΔG_{inj} y ΔG_{reg} requiere comparar niveles HOMO/LUMO con el borde de la banda de conducción de TiO_2 y con pares redox comunes, metodología respaldada por precedentes en la literatura (Mehmood et al., 2015). La estabilidad fotoquímica y la adsorción al semiconductor constituyen variables críticas que condicionan la aplicabilidad práctica, aspectos discutidos en trabajos experimentales y de modelado de superficie. Por otra parte, la descripción teórica mediante DFT y TD-DFT se ha consolidado como herramienta para predecir tendencias espectroscópicas y energéticas, siempre complementada por validación electroquímica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

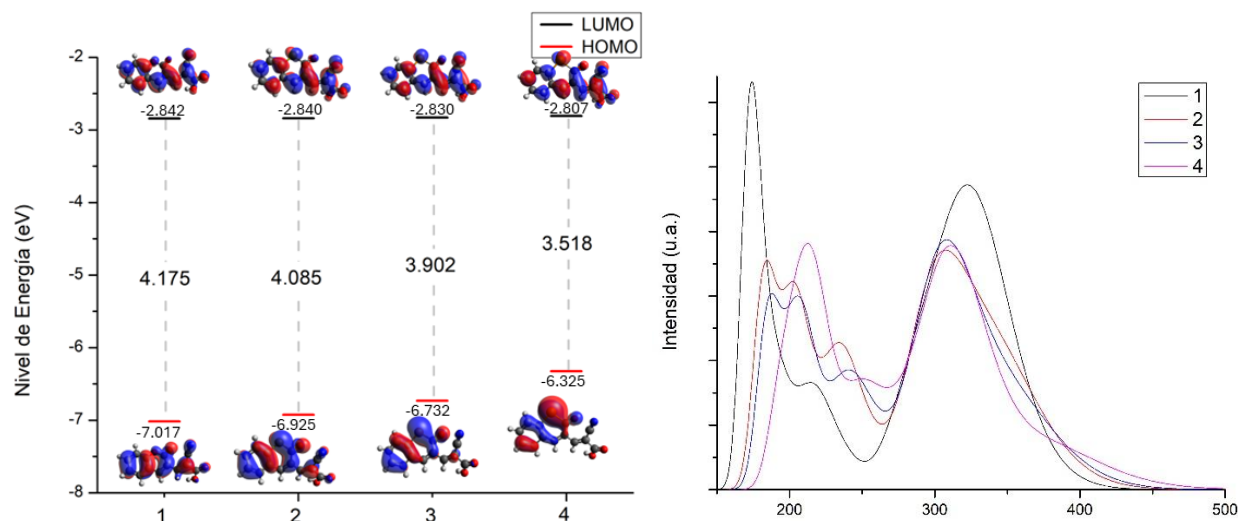
Los cálculos se llevaron a cabo con el paquete Gaussian 16 (Frisch et al., 2009). Las optimizaciones geométricas de las estructuras se realizaron empleando el funcional M06 (Zhao & Truhlar, 2008) acompañado de la base 6-31G(d) para los átomos C, H, N y O M06 (Francl et al., 1982) y la base DZVP para los calcógenos S, Se y Te (Sosa et al., 1992). Todas las estructuras optimizadas fueron verificadas mediante análisis de frecuencias para garantizar que correspondieran a mínimos (ausencia de frecuencias imaginarias). Para obtener las propiedades ópticas se realizaron cálculos TD-DFT con el funcional M06-2X (Zhao & Truhlar, 2008) usando las mismas familias de bases, solicitando 20 estados excitados y aplicando el modelo de solvente IEF-PCM (Cancès et al., 1997) en etanol con protocolo no-equilibrado. Los potenciales de inyección y regeneración se estimaron a partir de los niveles HOMO y LUMO calculados y de las expresiones termodinámicas habituales para ΔG_{inj} y ΔG_{reg} considerando los potenciales redox de referencia. La interpretación de las transiciones y los espectros fue realizada con el software AOMix (S. I. Gorelsky, 2019), que permitió descomponer los porcentajes de contribución orbital a las excitaciones principales. Las condiciones de cálculo se escogieron buscando un balance entre precisión y costo computacional, y son consistentes con estudios previos en la literatura sobre sensibilizadores orgánicos y organometálicos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La energía de los orbitales de frontera se incluye en la figura 2 (izquierda). Desde el punto de vista electrónico, se observó un incremento sistemático de la energía del HOMO al pasar de O a Te en **1** y **4** respectivamente; en paralelo, la energía del LUMO también se modifica, resultando en una reducción global de la brecha HOMO–LUMO desde 4.175 eV (**1**) hasta 3.518 eV (**2**). Esta reducción de la brecha se correlaciona con un corrimiento hacia longitudes de onda mayores de las transiciones principales: los valores calculados de λ_{max} por TD-DFT pasan de 326 nm (**1**) a 381 nm (**4**), lo que implica una mayor cobertura del espectro cercano al visible cuando se

emplean calcógenos más pesados. La descomposición orbital indica que las transiciones dominantes son principalmente H→L; favoreciendo la posibilidad de inyección de electrones hacia la banda de conducción de TiO₂ siempre que el nivel LUMO quede situado por encima del borde de la banda de conducción del semiconductor. Los parámetros termodinámicos de inyección (ΔG_{inj}) mostraron valores en torno a 1.16-1.19 eV, con variaciones modestas lo largo de la serie, mientras que ΔG_{reg} experimentó una disminución sustancial lo que sugiere que la regeneración por el redox podría ser más favorable para especies con Se y Te.

Figura 2. Niveles energéticos de orbitales de frontera. (izquierda), espectro de emisión UV-Vis (derecha)



Esta reducción de la brecha se correlaciona con un corrimiento hacia longitudes de onda mayores de las transiciones principales. Como se observa en la Tabla 1, se observa un desplazamiento en los valores calculados de λ_{max} de 326 nm en **1** a 381 nm en **4**, lo que implica una mayor cobertura del espectro cercano al visible cuando se emplean calcógenos más pesados. Esto a su vez también es observable en el espectro de UV-Vis, mostrado en la figura 2 (derecha).

En cuanto a la intensidad del oscilador, se observó una disminución progresiva con el aumento del número atómico del calcógeno, lo que puede indicar transiciones ligeramente menos intensas, aunque desplazadas al rojo; este efecto conjunto tendrá impacto en la corriente de cortocircuito potencial (J_{sc}) en una DSSC real. También cabe mencionar que la mayor polarizabilidad de Se y Te puede incrementar la interacción con el medio y la superficie del semiconductor, posibilitando acoplamientos más fuertes, pero también potencialmente acelerando procesos de degradación si la estabilidad fotoquímica es insuficiente. Desde la perspectiva práctica, las especies con Se y Te surgen como candidatas atractivas para ensayos experimentales focalizados en maximizar la cobertura espectral, mientras que las variantes con O y S podrían ofrecer mayor robustez química y menor complejidad en la síntesis.

Tabla 1 Orbitales involucrados en las transiciones más importantes.

Molécula	λ (nm)	E (eV)	f	Transición
				H=HOMO L=LUMO
1	326	3.8	0.536	H→L (96%)
	218	5.68	0.0905	H-2→L (68%)

	189	6.53	0.141	H→L+2 (33%)
	173	7.14	0.43	H-1→L+2 (44%); H→L+3 (33%)
	172	7.17	0.2158	H-1→L+3 (64%)
2	346	3.58	0.2158	H→L(+95%)
	303	4.09	0.3792	H-1→L(+87%)
	234	5.29	0.2227	H-1→L+1(+64%)
	206	6.02	0.1346	H→L+5(+32%) H→L+2(20%)
	202	6.14	0.1262	H→L+5(+34%) H→L+2(+28%)
	181	6.83	0.2041	H-1→L+3(+65%)
3	355	3.48	0.1481	H→L (+94%)
	306	4.05	0.4336	H-1→L (82%)
	241	5.13	0.1592	H-1→L+1 (69%)
	208	5.94	0.1196	H→L+2 (+51%)
	206	6.01	0.1775	H→L+2 (29%)
	187	6.61	0.1092	H-1→L+2 (+21%)
4	183	6.75	0.1375	H-1→L+3 (40%)
	381	3.25	0.0744	H→L (+91%)
	312	3.96	0.4144	H-1→L (+82%)
	249	4.96	0.1609	H-1→L+1(+69%)
	220	5.63	0.1281	H→L+3(+61%)
	218	5.69	0.0904	H-4→L(45%) H-5→L(+23%)
	194	6.36	0.1013	H-1→L+3(52%) H→L+4(18%)

5. CONCLUSIONES

El estudio revela tendencias claras promovidas por la sustitución del heteroátomo anclante: a mayor masa atómica del calcógeno, menor brecha HOMO–LUMO y desplazamiento de la absorción hacia longitudes de onda mayores, con implicaciones positivas para la cobertura espectral en aplicaciones fotovoltaicas. Los parámetros de inyección y regeneración apuntan a un comportamiento favorable especialmente en especies con Se y Te, si bien la verificación electroquímica y la evaluación de estabilidad son imprescindibles antes de proponer su uso práctico en dispositivos. Se recomienda priorizar la síntesis y caracterización electroquímica de las variantes Se/Te, junto con estudios de adsorción a TiO₂ y pruebas de celdas DSSC a pequeña escala para determinar métricas operativas (Jsc, Voc, FF, eficiencia). Este trabajo proporciona una base computacional sólida para seleccionar candidatos y orientar experimentos que permitan cerrar la brecha entre predicción teórica y desempeño experimental.

REFERENCIAS

- Deogratias, G., Al-Qurashi, O. S., & Wazzan, N. (2023). Optical and electronic properties enhancement via chalcogenides: promising materials for DSSC applications. *Journal of Molecular Modeling*, 29(4), 86. <https://doi.org/10.1007/s00894-023-05472-0>
- Francl, M. M., Pietro, W. J., Hehre, W. J., Binkley, J. S., Gordon, M. S., DeFrees, D. J., & Pople, J. A. (1982). Self-consistent molecular orbital methods. XXIII. A polarization-type basis set for second-row elements. *The Journal of Chemical Physics*, 77(7), 3654–3665. <https://doi.org/10.1063/1.444267>

- Frisch, M., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Mennucci, B., Petersson, G. A., & others. (2009). Gaussian 09, Revision A. 02, Gaussian. Inc., Wallingford, CT, 200.
- Godbout, N., Salahub, D. R., Andzelm, J., & Wimmer, E. (1992). Optimization of Gaussian-type basis sets for local spin density functional calculations. Part I. Boron through neon, optimization technique and validation. *Canadian Journal of Chemistry*, 70(2), 560–571. <https://doi.org/10.1139/v92-079>
- Grätzel, M. (2003). Dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 4(2), 145–153. [https://doi.org/10.1016/S1389-5567\(03\)00026-1](https://doi.org/10.1016/S1389-5567(03)00026-1)
- Mehmood, U., Hussein, I. A., Harrabi, K., & Ahmed, S. (2015). Density Functional Theory Study on the Electronic Structures of Oxadiazole Based Dyes as Photosensitizer for Dye Sensitized Solar Cells. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2015/286730>
- Rassolov, V. A., Ratner, M. A., Pople, J. A., Redfern, P. C., & Curtiss, L. A. (2001). 6-31G* basis set for third-row atoms. *Journal of Computational Chemistry*, 22(9), 976–984.
- Sosa, C., Andzelm, J., Elkin, B. C., Wimmer, E., Dobbs, K. D., & Dixon, D. A. (1992). A local density functional study of the structure and vibrational frequencies of molecular transition-metal compounds. *Journal of Physical Chemistry*, 96(16), 6630–6636. <https://doi.org/10.1021/j100195a022>
- Zhao, Y., & Truhlar, D. G. (2008). The M06 suite of density functionals for main group thermochemistry, thermochemical kinetics, noncovalent interactions, excited states, and transition elements: two new functionals and systematic testing of four M06-class functionals and 12 other function. *Theoretical Chemistry Accounts*, 120(1–3), 215–241. <https://doi.org/10.1007/s00214-007-0310-x>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-95>

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES ALIMENTARIAS DESIGUALES Y EL DESARROLLO COGNITIVO INFANTIL EN LATINOAMÉRICA 2015-2022

Terrero Ne, Janogui Esther

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
Research.terreroj@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9729-3205>

Torres Encarnación, Isabel Johanna

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Santo Domingo, República Dominicana
isabeljohannatorresencarnacion@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7724-2712>

Castro De La Cruz, Angelo Gabriel

Universidad Autónoma de Santo Domingo
Bayaguana, República Dominicana
Angelodelacruz701@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9282-7756>

RESUMEN

La nutrición en la infancia temprana no solo condiciona el crecimiento físico, sino también el desarrollo neurológico, la capacidad de aprendizaje y el futuro potencial de una generación. En los países del Caribe, las desigualdades alimentarias representan un desafío persistente que podría estar afectando el desarrollo cognitivo de millones de niños. Este estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el acceso a una alimentación adecuada y los niveles de desarrollo cognitivo infantil en la región entre los años 2015 y 2024.

Se realizó un estudio observacional, basado en el análisis de datos secundarios de libre acceso provenientes de organismos internacionales como UNICEF, FAO y el Banco Mundial. Se incluyeron indicadores como inseguridad alimentaria, acceso a dietas saludables y puntajes de desarrollo cognitivo temprano en niños menores de 8 años. También se consideraron factores como la pobreza multidimensional y la ubicación geográfica (urbano/rural).

El análisis estadístico se realizará mediante técnicas descriptivas y análisis de correlación. Los resultados se presentarán en tablas y gráficos para facilitar la identificación de patrones regionales. Esta investigación busca generar evidencia útil que contribuya al diseño de políticas públicas integradas, con enfoque en seguridad alimentaria, desarrollo infantil y equidad social en el Caribe.

Palabras clave: desarrollo cognitivo, desigualdad, inseguridad alimentaria, infancia, nutrición.

ABSTRACT

Nutrition in early childhood influences physical growth and neurological development, directly affecting learning capacity and future potential. In Caribbean countries, food inequalities pose a persistent challenge potentially impacting the cognitive development of millions of children. This

observational study, based on secondary data from UNICEF, FAO, and the World Bank, analyzes the relationship between adequate food access and child cognitive development from 2015 to 2024. Indicators include food insecurity, diet quality, multidimensional poverty, and geographic location. Statistical analysis used descriptive and correlation techniques, with results presented in tables and graphs. The findings aim to support integrated public policies focused on food security, child development, and social equity in the region.

Keywords: childhood, cognitive development, food insecurity, inequality, nutrition.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo cognitivo infantil depende de múltiples factores, entre los cuales la nutrición juega un papel determinante. Basado en la teoría del neuroconstructivismo (Shultz et al., 2007), este estudio parte del principio de que los estímulos postnatales activan patrones cerebrales que configuran la cognición. La alta plasticidad neuronal en la infancia implica vulnerabilidad ante factores como la malnutrición. En el Caribe, la inseguridad alimentaria afecta a más del 40% de la población, con 3.9 millones de niños menores de cinco años con sobrepeso (FAO, 2023). Esta investigación busca entender cómo las disparidades alimentarias impactan el desarrollo cognitivo infantil en la región.

2. MARCO CONCEPTUAL

La nutrición adecuada durante la infancia es esencial para el neurodesarrollo. Su deficiencia puede afectar funciones como la memoria de trabajo y la resolución de problemas (Cohen Kadosh et al., 2020). Estudios recientes vinculan la inseguridad alimentaria con disminución en el desarrollo cognitivo infantil, exacerbado por factores socioeconómicos (DiGirolamo et al., 2019). La malnutrición severa limita la plasticidad cerebral, afectando el desempeño escolar (Norris et al., 2016). Garantizar el acceso a una nutrición adecuada desde la infancia es clave para reducir desigualdades cognitivas en el Caribe (Sagal Mohamed Adam et al., 2024).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio observacional, descriptivo y cuantitativo, desarrollado entre julio y septiembre de 2025. Se utilizaron datos secundarios de FAO, UNICEF y Banco Mundial (2015–2024). Las variables incluidas fueron: desarrollo cognitivo infantil, acceso a alimentación, calidad de dieta, pobreza multidimensional y ubicación geográfica. Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva y correlación de Pearson y Spearman. Los resultados se organizaron en tablas y gráficos comparativos para facilitar la interpretación de patrones regionales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron correlaciones positivas entre seguridad alimentaria (AFS) y desarrollo cognitivo (ADE), con valores entre 0.67 y 0.85. Los indicadores de servicios educativos (APS, APSA) mostraron consistencia y correlaciones moderadas con ADE. La pobreza (PLB, PUN) presentó correlaciones negativas fuertes con AFS y ADE. El PIB per cápita se asoció positivamente con el desarrollo cognitivo. Las tablas 1 y 2 muestran relaciones entre niveles PISA y variables de nutrición y sobrealimentación.

Tabla 1. Relación entre niveles PISA y desnutrición

Tabla #1: Relación entre los niveles alcanzados en la prueba pisa e indicadores de desnutrición

Indicador	Prevalencia severa de inseguridad alimentaria	Prevalencia moderada de inseguridad alimentaria	Prevalencia de desnutrición
Pisa por debajo del nivel 1	0.822499	0.755477	0.507697
Pisa nivel 1a	0.354184	0.528426	0.588158
Pisa nivel 1b	0.828987	0.795125	0.604644
Pisa nivel 2	-0.792382	-0.712881	-0.529331
Pisa nivel 3	-0.775006	-0.807434	-0.656586
Pisa nivel 4	-0.675826	-0.785280	-0.660703
Pisa nivel 4	-0.604869	-0.764446	-0.676408
Pisa nivel 5	-0.604869	-0.764446	-0.676408

Fuente: J. Terrero

Tabla 2. Relación entre niveles PISA y sobrealimentación

Tabla #2: Relación entre los niveles alcanzados en la prueba pisa e indicadores de nutrición balanceada y sobrealimentación

Indicador	Prevalencia de obesidad en la adultez	Aporte medio de grasas	Aporte medio de proteína animal	Índice per capita
Pisa por debajo del nivel 1	-0.290969	0.233757	-0.365298	-0.162143
Pisa nivel 1a	-0.530741	-0.115787	-0.457056	-0.748966
Pisa nivel 1b	-0.420056	0.167887	-0.453156	-0.322078
Pisa nivel 2	0.393541	-0.196946	0.396926	0.231110
Pisa nivel 3	0.480182	-0.121542	0.496611	0.489266
Pisa nivel 4	0.433686	-0.030504	0.478611	0.548664
Pisa nivel 5	0.369278	0.125492	0.524015	0.530926

Fuente: J. Terrero

Los programas de alimentación (POA) mostraron efectividad parcial. La evidencia respalda políticas integradas que combinen nutrición infantil, reducción de pobreza y desarrollo económico

5. CONCLUSIONES

Existe una relación positiva entre seguridad alimentaria y desarrollo cognitivo infantil, especialmente en la primera infancia. La pobreza multidimensional impacta negativamente, mientras que el PIB per cápita actúa como predictor positivo. Los programas de alimentación y servicios educativos tienen efectos positivos, pero requieren sostenibilidad y focalización. Las desigualdades regionales exigen estrategias integrales que combinen nutrición, servicios, economía y monitoreo continuo.

REFERENCIAS

Alvarado-Choez, D., Barreto-Madrid, R. y Baque-Cantos, M. (2021). Emprendimiento e innovación del sector microempresarial ecuatoriano durante la pandemia Covid- 19. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(3), 2145-2164. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926942>

- Ramos Sánchez, E. & López de Ramos, A. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo exitoso de la innovación y el emprendimiento en la educación superior. *Libro del Congreso APANAC. 2021*, 499-506. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3078>.
- Black MM et al. (2018). Multiple micronutrient supplementation improves early child development in Indonesia: A cluster-randomized trial. *PLoS Med*, 15(6):e1002573. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5975640/>
- Cohen Kadosh K et al. (2020). Cognitive training for attention, memory and executive functions in children with neurodevelopmental disorders. *Dev Sci*, 23(4):e12917.
- DiGirolamo AM et al. (2019). Advantages and limitations of the use of the child development assessment tools in nutrition programs. *Ann N Y Acad Sci*, 1446(1):121–138.
- FAO, IFAD, PAHO/WHO, UNICEF, WFP. (2023). Regional Overview of Food Security and Nutrition in Latin America and the Caribbean 2022. <https://www.paho.org/en/news/19-1-2023-report-131-million-people-latin-america-and-caribbean-cannot-access-healthy-diet>
- Gottlieb G. (2007). Probabilistic epigenesis. *Developmental Science*, 10(1):1–11. https://pzacad.pitzer.edu/~dmoore/psych155-2019/18_2007_gottlieb_probabilis.pdf
- Kadosh KC et al. (2021). Nutritional support of neurodevelopment and cognitive function in infants and young children—An update and novel insights. *Nutrients*, 13(1):199. <https://doi.org/10.3390/nu13010199>
- Maier S et al. (2007). Neuroconstructivism: How the brain constructs cognition. *Developmental Science*, 10(1):1–18. https://www.researchgate.net/publication/6618046_Neuroconstructivism
- Norris SA et al. (2016). Nutrition in adolescent growth and development. *Lancet Child Adolesc Health*, 1(1):60–70.
- OECD. (2023). PISA 2022 Database. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/pisa-2022-database.html>
- Roberts M et al. (2022). The effects of nutritional interventions on the cognitive development of preschool-age children: A systematic review. *Nutrients*, 14(3):532. <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/3/532>
- Sagal Mohamed Adam et al. (2024). [Referencia completa pendiente de publicación]
- WHO. (2025). Malnutrición: preguntas y respuestas. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/malnutrition>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-96>

EFFECTO DE CARGAS GLUCÉMICAS EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO A CORTO PLAZO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Nicolás González, María Fernanda

Centro Universitario UTEG; licenciatura en nutrición
Guadalajara, Jalisco

022220145@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1384-4813>

López Flores, Juan Carlos

Centro Universitario UTEG; licenciatura en nutrición
Guadalajara, Jalisco

021230034@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0491-6698>

Campos Alegría, Perla Liliana

Centro Universitario UTEG; licenciatura en nutrición
Guadalajara, Jalisco

021230023@alumnos.uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8639-1863>

Estrada Contreras, Karla Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México

kestrada@uteg.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

Introducción: La administración de cargas glucémicas a base de hidratos de carbono es una estrategia clave para mejorar el rendimiento deportivo. En México, el bajo rendimiento deportivo es un tema preocupante, ya que se necesita mejorar la condición física para alcanzar un mejor desempeño en entrenamientos y competencias. **Objetivo:** evaluar el rendimiento deportivo mediante suministro de cargas de glucosa (CG) de 20g y 60g en estudiantes universitarios. **Material y métodos:** Estudio cuasiexperimental, descriptivo, muestreo a conveniencia. Se administro dos cargas de glucosa (CG) de mango enchilado, 1er CG 20g y 2da CG 60g, calculadas con Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE); para evaluar rendimiento deportivo se utilizó test de Cooper y Prueba T. **Resultados:** n27, el 67% hombres y 33% mujeres; medias: Frecuencia Cardiaca 1erCG 108.27 latidos/min, 62-140, DE 26.953, y en la 2daCG 160 latidos/min, 92-122.62, DE 16.621. Se incremento el porcentaje en la categoría buena en la primera vuelta: sin CG 7,7%, en la 1erCG 30.8% y en la 2daCG 50%. En ambas CG (20 y 60 gr) se presentó mejoría en la administración de CG, siendo la CG 60 grs la más efectiva. **Prueba T, t (26)- 4.699, después de la intervención (media 122.62, DE 16.621) antes de la intervención (media 98.4, DE 24.059) (p <0,005).** **Conclusión:** El bajo rendimiento de deportistas en México se puede ver asociado al poco conocimiento sobre nutrición; ya que el implementar de manera adecuada CG antes del entrenamiento y durante la competencia se puede apreciar mejora en el rendimiento del deportista.

Palabras clave: Carga glucémica, Hidratos de carbono, Rendimiento Deportivo, Universitario.

ABSTRACT

Introduction: The administration of carbohydrate-based glycemic loads is a key strategy to enhance athletic performance. In Mexico, low sports performance is a concerning issue, as improving physical condition is essential to achieve better outcomes in training and competition. **Objective:** To evaluate sports performance through the administration of glucose loads (GL) of 20 g and 60 g in university students. **Materials and Methods:** A quasi-experimental, descriptive study with convenience sampling was conducted. Two glucose loads (GL) in the form of chili-coated mango were administered: the first with 20 g and the second with 60 g, calculated using the Mexican Food Equivalents System (SMAE). Sports performance was assessed using the Cooper Test and a paired-samples *t*-test. **Results:** A total of 27 participants were included (67% men, 33% women). Mean heart rate was 108.27 bpm (SD 26.953, range 62–140) after the first GL and 160 bpm (SD 16.621, range 92–122.62) after the second GL. The percentage of participants classified in the “good” category increased progressively: 7.7% without GL, 30.8% after the first GL, and 50% after the second GL. Both glucose loads (20 g and 60 g) improved performance, with the 60 g load being the most effective. The paired-samples *t*-test indicated a significant improvement after the intervention (M 122.62, SD 16.621) compared with pre-intervention (M 98.4, SD 24.059), $t(26) -4.699$, $p < 0.005$. **Conclusion:** Low athletic performance in Mexico may be partly associated with limited nutritional knowledge. Adequate implementation of glucose loads before training and during competition can significantly improve sports performance.

Keywords: Glucose load, carbohydrate intake, sports performance, university students.

1. INTRODUCCIÓN

En México, el bajo rendimiento deportivo es un tema relevante, ya que los atletas de alto nivel son referentes que motivan a la población a llevar un estilo de vida saludable. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por mejorar la condición física y el desempeño, la calidad de los deportistas ha disminuido debido a factores como la insuficiente preparación física y el desconocimiento sobre la importancia de la nutrición e hidratación. Esto puede provocar lesiones, fatiga, problemas de salud y desnutrición, afectando el balance energético necesario durante la actividad física (Álvaro, 2024).

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía durante el ejercicio intenso, por lo que una dieta rica en estos nutrientes puede mejorar el rendimiento deportivo. Estudios han demostrado que los niveles adecuados de glucosa en sangre influyen en la resistencia, la fuerza y la percepción de fatiga en ejercicios aeróbicos y anaeróbicos. Una ingesta adecuada de carbohidratos antes de la actividad física ayuda a mantener un suministro energético óptimo, favoreciendo el desempeño (Backhouse et al., 2007; Foskett et al., 2008).

Investigaciones han mostrado que en deportes de resistencia, como el ciclismo, la glucosa tiende a disminuir durante entrenamientos prolongados. Además, en futbolistas universitarios se han identificado diferencias en fuerza, velocidad y potencia, lo que resalta la importancia de evaluar la condición física.

Para medir la capacidad aeróbica, se aplicó el test de Cooper, ampliamente utilizado en el ámbito deportivo. Esta prueba consiste en correr la mayor distancia posible en 12 minutos, registrando los metros recorridos en una pista o cancha delimitada. Con los resultados se calcula el VO₂Max mediante la fórmula: $VO_2Max = 22.351 * distancia (km) - 11.288$. Este valor, expresado en

ml/kg/min, se clasifica en categorías de rendimiento: Mala, Regular, Buena y Excelente (Rodríguez, 2023).

2. MARCO CONCEPTUAL

Las bases teóricas que fomenta la investigación fueron “Dieta con alto contenido de carbohidratos a corto plazo y entrenamiento intestinal tiene efectos menores sobre el estado y el rendimiento gastrointestinal en atletas de resistencia altamente entrenados” el cual implemento una estrategia multifacética para aumentar la disponibilidad de carbohidratos endógenos y exógenos para un rendimiento agudo por encima de las practicas típicas de los atletas y el rango inferior de las pautas de nutrición deportiva actuales, “Una sola carga de fructosa atenúa el riesgo de hipoglucemia inducida por el ejercicio en adultos con diabetes tipo 1 que reciben insulina basal de acción ultra prolongada: un estudio aleatorizado, abierto y cruzado de pruebas de principio”, Variabilidad de la respuesta glucémica y de insulina a una comida estándar dentro y entre sujetos sanos, Efectos de un suplemento deportivo comercialmente disponible basado en carbohidratos y aminoácidos de cadena ramificada alanina sobre el esfuerzo percibido y el rendimiento en pruebas de resistencia ciclista de alta intensidad, Impacto de la monitorización continua de glucosa en el rendimiento de deportistas, Glucemia y rendimiento en ciclistas amateur de resistencia participantes de “La Quebrantahuesos”, Valoración de la capacidad aeróbica de estudiante de educación física a través del test de Cooper. Estas bases dieron la pauta para la investigación sobre el efecto de las cargas de glucosa en personas que realizan ejercicio. (King et al., 2022; Kosinski, Herzig, Laesser, Nakas, Melmer, Vogt, Vogt, Laimer, Bally, & Stettler, 2020; Hirsch et al., 2013; Gervasi, Sisti, Amatori, Zeppa, Annibalini, Piccoli, Vallorani, Benelli, Rocchi, Barbieri, Calavalle, Agostini, Fimognari, Stocchi, & Sestili, 2020; Alvaro, 2024; Simón-Grima et al., 2020; Rodríguez, 2023).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo descriptivo y cuasi-experimental, con una muestra aleatoria de 26 estudiantes de la carrera de Cultura Física y Deporte, hombres y mujeres de 18 a 27 años, que realizan actividad física de forma regular. Se recopilaron datos sociodemográficos y de frecuencia de actividad física mediante un cuestionario. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes cargas de glucosa (CG) en el rendimiento deportivo a través del test de Cooper, utilizando el VO2Max como indicador de desempeño. Se realizó en tres ocasiones el test de Cooper: 1era sin administración de glucosa, sirvió como referencia del rendimiento basal; la 2da con una carga de 15.48 g de hidratos de carbono, equivalentes a 20 g de mango enchilado y la 3era con una carga de 47 g de hidratos de carbono, equivalentes a 60 g de mango enchilado. Antes y después de cada test se midió la frecuencia cardíaca (FC) para monitorear la respuesta fisiológica. El procedimiento inició con la aplicación del cuestionario (15 min), seguido de mediciones antropométricas y toma de FC en reposo (5 min por participante). Posteriormente, se realizó el primer test de Cooper (12 min), seguido de un descanso de 15 min. En la segunda fase, se administró la primera carga de glucosa y se repitió la prueba, nuevamente midiendo la FC antes y después, con otro periodo de descanso. Finalmente, se administró la segunda carga y se realizó la última prueba. El análisis estadístico descriptivo y prueba T con el programa SPSS.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se conto con una n26 participantes, distribuidos de la siguiente manera 67% masculino y 33% mujeres, de acuerdo al análisis descriptivo se presentó mejoría después de la administración de las cargas de glucosa (tabla 1).

Tabla 1

Descriptivas 1er y 2da carga de glucosa.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	26	18	27	21.27	2.393
Talla	26	142	194	169.96	10.813
Peso	26	44.5	119.0	69.127	158.910
FC Primera carga de glucosa 20g	26	62	140	108.27	26.953
FC Segunda carga de glucosa 60g	26	92	160	122.62	16.621
Vueltas realizadas primera carga	26	13	17	14.69	1.158
Vueltas realizadas segunda carga	26	14	18	15.54	1.174
Distancia km primera carga	26	19.820	25.918	2.239.989	.1765865
Distancia km segunda carga	26	21.344	27.443	2.368.994	.1790001
VO2MAX Primera carga de glucosa	26	330.112.350	466.417.688	38.777.999.297	39.468.846.869
VO2MAX Segunda carga de glucosa	26	364.188.684	500.494.023	41.661.381.455	40.008.309.435
N válido (por lista)	26				

Los resultados mostraron un aumento en el rendimiento en la aplicación de la prueba sin carga de glucosa a la primera carga de glucosa, con un aumento del 23.1% en la categoría buena y un 7.7% en la categoría regular, en la segunda ingesta de la carga de glucosa se mostró un aumento del 19.2% en la categoría buena y un 3.8% alcanzo la categoría excelente (Tabla 2).

Tabla 2

Frecuencia de categoría del test de Cooper

N26	Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sin carga de glucosa	Buena	2	7.7	7.7
	Regular	11	42.3	50.0
	Mala	13	50.0	100.0
	Total	26	100.0	
Primera carga de glucosa	Buena	8	30.8	30.8
	Regular	13	50.0	80.8
	Mala	5	19.2	100.0

	Total	26	100.0	
Segunda carga de glucosa	Buena	13	50.0	50.0
	Regular	11	42.3	92.3
	Malá	1	3.8	96.2
	Excelente	1	3.8	100.0
	Total	26	100.0	

El resultado de la prueba T de student, $t(26) = 4.699$, $p < 0.005$, sugiere que los puntajes del post test de la frecuencia cardiaca con cargas de glucosa suministrada después de la intervención (M 122.62, DE 16.621) fueron significativamente más altas que los puntajes del pretest frecuencia cardiaca en reposo antes de la intervención (M 98.4, DE 24.059).

4. CONCLUSIONES

La administración de cargas de glucosa antes del ejercicio es una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento deportivo en estudiantes de cultura física y deporte. Los resultados de este estudio muestran que la ingesta de glucosa antes del ejercicio puede mejorar significativamente el rendimiento en ejercicios de resistencia, medido a través del test de Cooper y el VO2MAX. Una carga de glucosa adecuada puede ser beneficiosa para los deportistas que buscan mejorar su rendimiento en actividades físicas y se una nueva estrategia para los atletas mexicanos.

REFERENCIAS

- Álvaro, L. S. (2024). Impacto de la monitorización continua de glucosa en el rendimiento de deportistas. Repositorio de la Universidad de Zaragoza. <http://hdl.handle.net/10609/151154>
- Backhouse, S. H., Ali, A., Biddle, S. J. H., & Williams, C. (2007). Carbohydrate ingestion during prolonged high-intensity intermittent exercise: Impact on affect and perceived exertion. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(5), 605-610. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00613.x>
- Carvalho, A. D. S., Abdalla, P. P., & Júnior, C. R. B. (2017). Atuação do profissional de educação física no sistema único de saúde: Revisão sistemática. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 30(3), 1-11. <https://doi.org/10.5020/18061230.2017.6316>
- Cutillas, A. B., Herrero, E., De San Eustaquio, A., Zamora, S., & Pérez-Llamas, F. (2013). [Prevalencia de bajo peso, sobrepeso y obesidad, ingesta de energía y perfil calórico de la dieta en estudiantes universitarios de la región de Murcia (España)]. *Nutrición Hospitalaria*, 28(3), 683-689. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.3.6443>
- Dring, K. J., Cooper, S. B., Williams, R. A., Morris, J. G., Sunderland, C., & Nevill, M. E. (2020). Effect of exercise duration on postprandial glycaemic and insulinaemic responses in adolescents. *Nutrients*, 12(3), 754. <https://doi.org/10.3390/nu12030754>

- Foskett, A., Williams, C., Boobis, L., & Tsintzas, K. (2008). Carbohydrate availability and muscle energy metabolism during intermittent running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 96-103. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181586b2c>
- Gervasi, M., Sisti, D., Amatori, S., Donati Zeppa, S., Annibalini, G., Piccoli, G., Vallorani, L., Benelli, P., Rocchi, M. B. L., Barbieri, E., Calavalle, A. R., Agostini, D., Fimognari, C., Stocchi, V., & Sestili, P. (2020). Efectos de un suplemento deportivo comercialmente disponible basado en carbohidratos y aminoácidos de cadena ramificada alanina sobre el esfuerzo percibido y el rendimiento en pruebas de resistencia ciclista de alta intensidad. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-0337-0>
- Higuera, V. (2023, 12 de septiembre). Insulina: Qué es, cómo funciona y más detalles. Healthline. <https://www.healthline.com/health/es/insulina>
- Hirsch, S., Barrera, G., Leiva, L., De la Maza, M. P., & Bunout, D. (2013). Variability of glycemic and insulin response to a standard meal, within and between healthy subjects. *Nutrición Hospitalaria*, 28(2), 541-544. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6161>
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling, A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L., & Goff, D. V. (1981). Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34(3), 362-366. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>
- King, A. J., Etxebarria, N., Ross, M. L., Garvican-Lewis, L., Heikura, I. A., McKay, A. K. A., Tee, N., Forbes, S. F., Beard, N. A., Saunders, P. U., Sharma, A. P., Gaskell, S. K., Costa, R. J. S., & Burke, L. M. (2022). Short-term very high carbohydrate diet and gut-training have minor effects on gastrointestinal status and performance in highly trained endurance athletes. *Nutrients*, 14(9), 1929. <https://doi.org/10.3390/nu14091929>
- Kosinski, C., Herzig, D., Laesser, C. I., Nakas, C. T., Melmer, A., Vogt, A., Vogt, B., Laimer, M., Bally, L., & Stettler, C. (2020). A single load of fructose attenuates the risk of exercise-induced hypoglycemia in adults with type 1 diabetes on ultra-long-acting basal insulin: A randomized, open-label, crossover proof-of-principle study. *Diabetes Care*, 43(9), 2010-2016. <https://doi.org/10.2337/dc19-2250>
- Mantilla Toloza, S. C., Gómez Conesa, A., & Hidalgo Montesinos, M. D. (2008). Prevalencia de actividad física en estudiantes de fisioterapia de la Universidad de Murcia. *Fisioterapia*, 30(4), 164-167.
- Marín, J. (2018, 29 de marzo). Estimulo: Definición, tipos, respuesta celular, respuesta sistemática, métodos y técnicas. Arriba Salud. <https://arribasalud.com/estimulo/>
- Mendes-Netto, R., Santos da Silva, C., Costa, D., & Falcão-Raposo, O. F. (2013). Nível de atividade física e qualidade de vida de estudantes universitários da área de saúde. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 10(34), 47-55.
- Mollinedo-Montaño, F. E., Trejo-Ortiz, P. M., Araujo-Espino, R., & Lugo-Balderas, L. G. (2013). Índice de masa corporal, frecuencia y motivos de estudiantes universitarios para realizar actividad física. *Educación Médica Superior*, 27(3), 189-199.
- Montano, J. (2020, 27 de octubre). Fibra muscular: Estructura, tipos y funciones. Lifeder. <https://www.lifeder.com/fibra-muscular/>

- Mosquera, A. P. (2023, 4 de mayo). Rendimiento deportivo: Qué es y factores que influyen. Unisport. <https://unisport.es/rendimiento-deportivo/>
- Rodrigues, E. S., Cheik, N. C., & Mayer, A. F. (2008). Nível de atividade física e tabagismo em universitários. *Revista de Saúde Pública*, 42, 672-678.
- Rojas, I. A. S., Jiménez, L. E. C., Reina, H. R. T., Rodríguez, J. O., Romero, D. M., Galvis, A. G., & Álvarez, L. A. (2021). Validación de dos test de campo para determinar el consumo máximo de oxígeno en estudiantes universitarios en una altura elevada. *Revista Médica UIS*, 34(1). <https://doi.org/10.18273/revmed.v34n1-2021002>
- Rosario-Rodríguez, J. L. (2023). Valoración de la capacidad aeróbica de estudiantes de Educación Física a través del Test de Cooper. *Revista EDUCARE – UPEL-IPB – Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(1), 111-128. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i1.1892>
- Simón-Grima, J., Daniel, C. A., Enrique, S. O., & Estrada-Marcén, N. C. (2020). Glucemia y rendimiento en ciclistas amateur de resistencia participantes de «La Quebrantahuesos». Repositorio de la Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/89627>
- Thamm, A., Freitag, N., Figueiredo, P., Doma, K., Rottensteiner, C., Bloch, W., & Schumann, M. (2019). Can heart rate variability determine recovery following distinct strength loadings? A randomized cross-over trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4353. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224353>
- Tribuna, L. (2024, 26 de septiembre). Esfuerzo físico: Definición, tipos y su relación con la física. La Tribuna de Madrid Norte. <https://latribunademadridnorte.com/esfuerzo-fisico-definicion-tipos-y-su-relacion-con-la-fisica/>
- Vargas, M., Becerra, F., & Prieto, E. (2008). Evaluación antropométrica de estudiantes universitarios en Bogotá, Colombia. *Revista Salud Pública*, 10(3), 433-442.
- Zambrano, R., Granito, M., & Valero, Y. (2013). Respuesta glicémica al consumo de una barra de cereales-leguminosa (*Phaseolus vulgaris*) en individuos sanos. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222013000200004&lng=es&nrm=iso

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-97>

ESTUDIO DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS DE DESHIDRATACIÓN CONVENCIONAL Y COMBINADO APLICADOS A LOS FRUTOS DE *BUTIA CAPITATA* SOBRE SUS PARÁMETROS DE COLOR

Buiese, Oriana

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de
Ingeniería (FIO), Núcleo TECSE (Tecnología de Semillas y Alimentos)

Olavarría, Argentina

orianabuiese@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0761-2918>

Pagano, Ana María

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de
Ingeniería (FIO), Núcleo TECSE (Tecnología de Semillas y Alimentos)

Olavarría, Argentina

apagano@fio.unicen.edu.ar / anamariapagano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7926-8269>

RESUMEN

El atractivo fruto amarillo-rojizo incluso naranja de *Butia capitata* (Mart.) Becc. comúnmente llamada palma jalea (nativa de Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay), valioso por sus propiedades nutricionales, funcionales, medicinales, es muy perecedero. Al momento, para preservar su vida útil, sólo se han reportado artículos sobre secado a alta temperatura. Por tanto, en este trabajo se desarrolló un innovador proceso combinado (DO-SAC) de deshidratación basado en ósmosis en solución de sacarosa (concentración C: 40 y 60 °Brix) a diferentes tiempos de inmersión (t_{DO} : 30 y 60 min), complementado por secado por aire caliente (temperatura T: 70 y 90 °C) durante diferentes tiempos (t_{SAC} : 15, 30, 45, 60 y 80 min), por duplicado, evaluando el efecto de estas variables sobre la variación global (ΔE) de parámetros de color CIELAB (L^* , a^* , b^*) del producto deshidratado, comparado con el obtenido por secado convencional por aire caliente (SAC). Estos parámetros se determinaron mediante captura de imágenes digitales del fruto en cabina con luz estandarizada (D-Light D60) y utilizando Adobe Photoshop® para analizar los datos. En los tratamientos, mediante Anova ($p < 0,05$) se demostraron efectos significativos de T y t_{DO} (en DO-SAC) y t_{SAC} (en SAC y DO-SAC) sobre ΔL^* , Δa^* y/o Δb^* . El proceso con menor efecto sobre la variación global del color (ΔE) fue DO-SAC en solución de C=40 °Brix, durante t_{DO} =60 min, complementado con secado por aire caliente a T=70 °C, contribuyendo a menor pérdida de luminosidad y de oscurecimiento del fruto durante el proceso de secado.

Palabras clave: *Butia capitata*, proceso de secado combinado, efecto sobre propiedades sensoriales, variación de color.

ABSTRACT

The attractive yellow-reddish fruit, even orange, of the species *Butia capitata* (Mart.) Becc., commonly called palm jelly (native to Argentina, Brazil, Uruguay and Paraguay), valuable for its nutritional, functional, and medicinal properties, is very perishable. To date, to preserve its shelf life, only articles on high-temperature drying have been reported. Therefore, an innovative combined dehydration process (DO-SAC) was developed in this work based on osmosis in

sucrose solution (concentration C: 40 and 60 °Brix) at different immersion times (t_{DO} : 30 and 60 min), supplemented by hot air drying (temperature T: 70 and 90 °C) during different times (t_{SAC} : 15, 30, 45, 60 and 80 min), in duplicate, evaluating the effect of these variables on the overall variation (ΔE) of CIELAB color parameters (L^* , a^* , b^*) of the dehydrated product, compared with that obtained by conventional hot air drying (SAC). These parameters were determined by capturing digital images of the fruit in a standardized light booth (D-Light D60) and using Adobe Photoshop® to analyze the data. In the treatments, significant effects of T and t_{DO} (in DO-SAC) and t_{SAC} (in SAC and DO-SAC) on L^* , a^* and/or b^* were demonstrated using Anova ($p < 0.05$). The process with the least effect on the overall color variation (ΔE) was DO-SAC in solution of C=40 °Brix, during t_{DO} =60 min, supplemented by drying by hot air at T=70 °C, contributing to less loss of luminosity and darkening of the fruit during the drying process.

Keywords: *Butia capitata*, combined drying process, effect on sensorial properties, variation of color.

1. INTRODUCCIÓN

La palmera de jalea o *Butia capitata* (Mart.) Becc. es originaria del sur de Brasil, este de Uruguay y Paraguay, y noreste de Argentina. En los últimos años se han realizado estudios de caracterización del fruto de *B. capitata* y desarrollo de algunos subproductos. El interés radica en sus propiedades nutricionales, funcionales y medicinales (alto contenido en carotenoides, polifenoles, vitaminas C y A, fibra alimentaria) (Zaccari *et al.*, 2012). El fruto es esférico u oblongo, de color amarillo o anaranjado, con pulpa jugosa abundante, crece arracimado formando “cachos”, la pulpa y su endocarpio leñoso son comestibles (Betancurt *et al.*, 2008); pero es un fruto muy perecedero.

En el área de influencia de UNICEN, existe un ecosistema ornamental de *Butia capitata* perfectamente adaptada (Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina); no obstante el fruto no ha sido muy investigado o explotado. Por tanto, resulta interesante evaluar su aprovechamiento para obtener productos deshidratados tipo *snack* mediante la eliminación del agua de los frutos frescos por tratamientos de secado tradicionales e innovadores. El secado suele ser un proceso sencillo para eliminar el agua de una fruta, pero agresivo en cuanto a su efecto sobre atributos de calidad sensorial, como lo es el color. Los procesos osmóticos en soluciones concentradas de solutos (como p.e., sacarosa) a temperatura ambiente son lentos, pero menos agresivos que el secado convencional y generalmente mejoran los atributos del fruto (Kaleta *et al.*, 2013). Atento a ello, como objetivo de este trabajo se propuso desarrollar procesos de deshidratación (deshidratación combinada por ósmosis y secado por aire caliente, DO-SAC, comparado con secado convencional por aire caliente, SAC) aplicados al fruto fresco de *B. capitata*, evaluando el efecto de las variables tecnológicas concentración de solución osmótica y temperatura de secado a distintos tiempos de proceso sobre la reducción de humedad del fruto y la variación de color del producto como parámetro de calidad.

2. MARCO CONCEPTUAL

Actualmente no se han reportado estudios de secado de frutos de *Butia capitata* que evalúen su cinética de deshidratación y el efecto del proceso sobre parámetros sensoriales tales como el color del producto. Sólo algunos pocos artículos recientes evalúan el efecto del secado convencional por aire caliente de pulpa de *B. capitata* (Girelli *et al.*, 2023; Paiva *et al.*, 2023; Macedo *et al.*, 2020) y también sobre almacenamiento de frutos de *Butia* (Zaccari *et al.*, 2012) sobre ciertas propiedades (color, vitaminas, pH, °Brix, entre otros).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo la investigación desarrollada fue de tipo experimental, su alcance puede considerarse exploratorio y predictivo, dado que se ha basado en diseños experimentales para evaluar su efecto sobre propiedades del producto y modelar diferentes procesos.

Muestra: Se utilizaron frutos maduros de palma de jalea (*Butia capitata* (Mart.) Becc.) cosechados en el Parque Municipal de la ciudad de Azul (provincia de Buenos Aires, Argentina), los cuales se almacenaron en freezer (-18 °C) hasta los ensayos.

Caracterización de frutos frescos: se determinaron los siguientes parámetros característicos, por duplicado: peso promedio de fruto entero y de carozo (balanza analítica); diámetro ecuatorial y meridional (calibre); densidad real (picnometría líquida); contenido de humedad (estufa de conducción a 70 ± 1 °C hasta peso constante, AOAC, 1980); contenido de sólidos solubles (refractómetro ABBE, precisión ±0,01 °Brix, AOAC, 1980); pH (pHmetro, precisión ±0,1 unidades de pH); parámetros iniciales de color del espacio CIELAB (L_0^* , a_0^* , b_0^* , mediante captura de imagen digital en cabina con luz estandarizada D-Light D60 y procesamiento en software Adobe Photoshop®).

Deshidratación del fruto de palmera de jalea: se realizaron 10 experimentos empleando dos métodos de deshidratación:

1) **Secado convencional por aire caliente (SAC):** los frutos sin carozo cortados en mitades se secaron en estufa de convección forzada a alta temperatura (T: 70 y 90 °C) durante diferentes tiempos (t_{SAC} : 15, 30, 45, 60 y 80 min), por duplicado, a fin de analizar la influencia de T y t_{SAC} sobre el cambio de los parámetros de color de los deshidratados $\Delta L^* = L_f^* - L_0^*$, $\Delta a^* = a_f^* - a_0^*$ y $\Delta b^* = b_f^* - b_0^*$, siendo f: final, 0: inicial) y la variación global de color $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}^{1/2}$.

2) **Deshidratación combinada en dos etapas basada en pretratamiento osmótico seguido de secado por aire caliente, DO-SAC):** los frutos sin carozo cortados en mitades se llevaron a inmersión en solución concentrada de sacarosa (C: 40 y 60% p/p) a temperatura ambiente durante diferentes tiempos (t_{DO} : 30 y 60 min), complementado luego con secado por aire caliente a alta temperatura (T: 70 y 90 °C) a diferentes tiempos (t_{SAC} : 15, 30, 45, 60 y 80 min), por duplicado, analizando el efecto del proceso global sobre el cambio de parámetros de color (ΔL^* , Δa^* y Δb^*) y variación global de color (ΔE) de los productos. Asimismo en ambos procesos (SAC y DO-SAC), a fin de desarrollar su/s modelo/s cinético/s de secado, se evaluó la razón de humedad ($MR = M/M_0$) de las muestras en función del tiempo (t_{SAC}) a cada temperatura (T) (siendo M_0 : humedad inicial, M: humedad a cada t_{SAC}).

Como **objetivo** de este trabajo se planteó **seleccionar el tratamiento** que permita obtener un producto deshidratado de alta calidad sensorial en cuanto a lograr el **menor impacto** sobre el atributo de **color**.

Análisis estadístico y modelado: los datos experimentales de las muestras en cuanto a variación de parámetros de color (ΔL^* , Δa^* , Δb^*), variación global de color (ΔE) y razón de humedad (MR) obtenidos en los procesos SAC y DO-SAC se analizaron por ANOVA ($\alpha=0,05$) para evaluar el efecto de los factores T, C, t_{SAC} , t_{DO} sobre dichas variables dependientes. Mediante análisis de regresión no lineal de las curvas de secado, aplicando ecuaciones cinéticas clásicas de la literatura (Page, Wang-Singh, Lewis, Henderson-Pabis, Midilli *et al.*) (Simpson *et al.*, 2017; Kaleta *et al.*, 2013; Vega-Gálvez *et al.*, 2008) se determinaron sus parámetros y estadísticos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización de fruto entero se obtuvo: peso 11,56 ± 2,09 g; diámetros ecuatorial y meridional 2,15 ± 0,36 y 3,54 ± 0,35 cm; humedad 80,53 ± 0,27%; densidad 1,046 ± 0,006 g/mL; pH 4 ± 0,1 unidades; sólidos solubles 12,85 ± 1,2 °Brix. En cuanto al color, L_0^* 44 ± 2,83, a_0^* 41 ± 1,41 y b_0^* 47,33 ± 1,87.

Análisis del secado: mediante ANOVA, en SAC se observó influencia significativa ($p < 0,05$) de T , t_{SAC} y $T \times t_{SAC}$ sobre MR, mientras en DO-SAC todos los factores C , t_{DO} , T y t_{SAC} , y las interacciones $C \times T$, $T \times t_{SAC}$ y $C \times T \times t_{SAC}$, presentaron efecto significativo sobre MR.

En el análisis de regresión no lineal, en SAC para ambas temperaturas empleadas, el modelo más preciso fue Midilli *et al.* ($MR = a \cdot \exp(-k \times t_{SAC}^n + b \cdot t_{SAC})$) resultando $a = 0,991$; $k = 0,003$; $n = 2,096$; $b = 0,001$ ($S = 0,044$); mientras tanto en DO-SAC la mejor ecuación fue Wang-Singh ($MR = 1 + a \times t_{SAC} + a \times t_{SAC}^2$) con parámetros a entre $-0,009$ y $-0,02$ y b entre $-1,75 \times 10^{-5}$ y $0,004$ ($0,015 \leq S \leq 0,101$).

Análisis del efecto sobre parámetros de color: en los frutos sometidos a SAC sus parámetros de color presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) de t_{SAC} sobre ΔE , Δa^* y Δb^* , mientras en DO-SAC hubo efecto de T , t_{SAC} , $T \times t_{SAC}$, $T \times t_{DO}$, $t_{SAC} \times t_{DO}$, sobre ΔE , además otros variados efectos sobre ΔL , Δa y Δb . No se observaron efectos significativos de C sobre estas variables. Las mejores condiciones de SAC resultaron para el fruto secado a $T = 70^\circ C$ ($\Delta E = 17,36$), mientras que para DO-SAC fue el ensayo realizado con solución osmótica $C = 40^\circ Brix$ durante $t_{DO} = 60$ min y secado a $T = 70^\circ C$ obteniendo $\Delta E = 16,21$ (Figuras 1 y 2).

Figura 1

Gráfico estrella de la variación total de color (ΔE) en el secado por aire caliente (SAC) a diferentes temperaturas y tiempos de proceso.

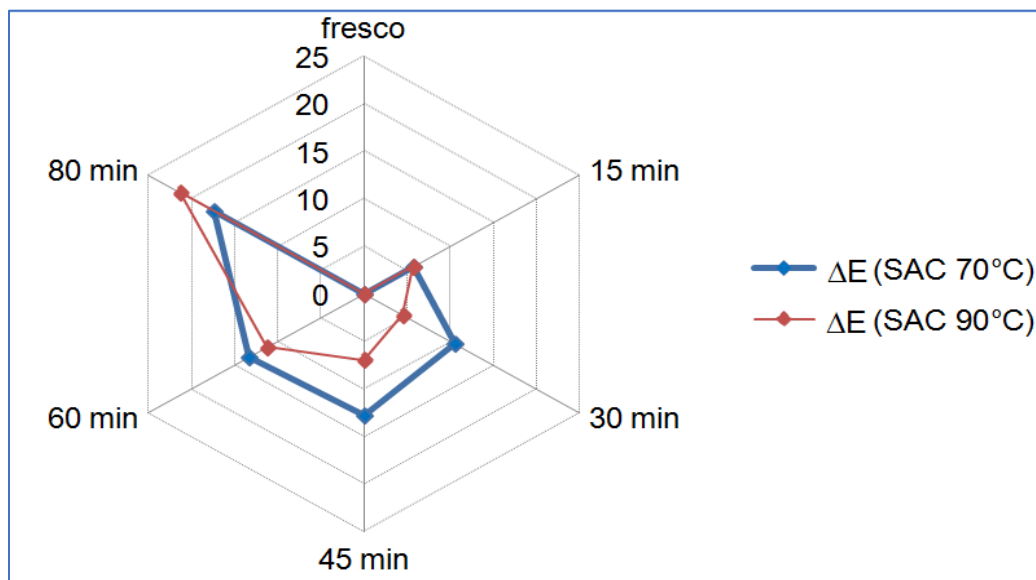
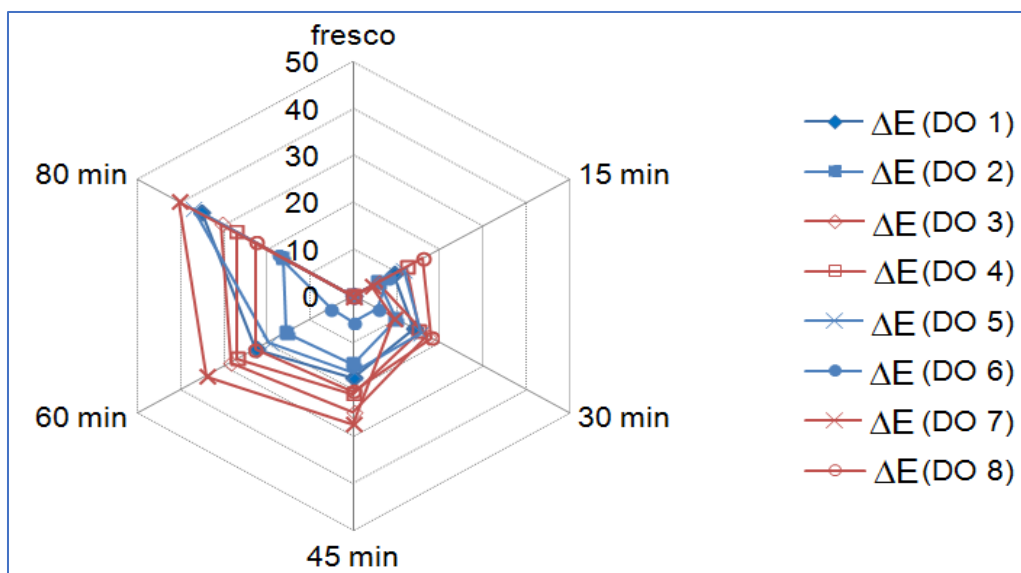


Figura 2

Gráfico estrella de la variación total de color (ΔE) del fruto en el proceso combinado de ósmosis seguido de secado por aire caliente (DO-SAC) a diferentes tiempos de pretratamiento.



Nota. DO 1: C=40 °Brix, T=70 °C, t_{DO} =30 min; DO 2: C=40 °Brix, T=70 °C, t_{DO} =60 min; DO 3: C=40 °Brix, T=90 °C, t_{DO} =30 min; DO 4: C=40 °Brix, T=90 °C, t_{DO} =60 min; DO 5: C=60 °Brix, T=70 °C, t_{DO} =30 min; DO 6: C=60 °Brix, T=70 °C, t_{DO} =60 min; DO 7: C=60 °Brix, T=90 °C, t_{DO} =30 min; DO 8: C=60 °Brix, T=90 °C, t_{DO} =60 min.

5. CONCLUSIONES

En función del análisis de los resultados obtenidos, las mejores condiciones de deshidratación del fruto de *B. capitata* que permiten conservar los atributos de color resultaron: C=40 °Brix, T=70 °C, t_{DO} =60 min, contribuyendo a una menor pérdida de color, oscurecimiento y luminosidad, demostrando que la aplicación de un tratamiento osmótico previo al secado por aire caliente del fruto protege sus atributos de color frente a condiciones severas de temperatura y tiempos de secado.

REFERENCIAS

- AOAC. (1980). *AOAC: Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington DC, USA, 7, 56-132.
- Girelli, A., Snt'anna, V., & Klein, M.P. (2023). Drying of butiá pulp by the foam-layer method and characterization of the obtained powder. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 58, e03050, <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03050>.
- Kaleta, A., Górnicki, K., Winiczenko, R., & Chojnacka, A. (2013). Evaluation of drying models of apple (var. *Ligol*) dried in a fluidized bed dryer. *Energy Convers Manag*, 67, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.11.011>
- Macedo, L.L., Corrêa, J.L.G., Fonseca, H.C., da Silva Araújo, C., Vimercati, W.C., & Gandia, R.M. (2020). Secado convectivo de pulpa de *Butia capitata*: efecto de la temperatura del aire sobre los parámetros cinéticos y de calidad. *Res Soc Develop*, 9(11). <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/10583/9296>
- Paiva, Y.F., Figueirêdo, R.M.F.D., Queiroz, A.J.D.M., Amadeu, L.T.S., Reis, C.G.D., Santos, F.S.D., Lima, A.G.B.D., Silva, W.P.D., Gomes, J.P., Leite, D.D.D.F., & Lima, T.L.B.D. (2023). Tropical red fruit blend foam mat drying: Effect of combination of additives and drying temperatures. *Foods*, 12(13), 2508. <https://doi.org/10.3390/foods12132508>
- Simpson, R., Ramírez, C., Nuñez, H., Jaques, A., & Almonacid, S. (2017). Understanding the success of Page's model and related empirical equations in fitting experimental data of diffusion phenomena in food matrices. *Trends in Food Sci Technol*, 62, 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.003>

- Vega-Gálvez, A., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sainz, C., Yagnam, F., & Rojas, A. (2008). Mass transfer kinetics during convective drying of red pepper var. Hungarian (*Capsicum annuum* L.): mathematical modeling and evaluation of kinetic parameters. *J Food Proc Engng*, 31(1), 120-137. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00145.x>
- Zaccari, F., Crosa, M.J., & Irisity, M. (2012). Evolución de la calidad de frutos de butiá (*Butia capitata*, Mart. Becc.) en almacenamiento refrigerado. *Innotec*, 7, 31-37. <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166712004.pdf>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-98>

AGENTES CAUSALES DE MENINGITIS CON MAYOR MORTALIDAD EN NIÑOS POR GRUPO ETARIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA 2020–2021

Abreu Bautista, Elianny Elizabeth

Instituto de Investigación en Salud – INSIS
Santo Domingo, República Dominicana
eliannyab02@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7246-0294>

Álvarez González, Carla E.

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
carlaalv07@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5345-8908>

RESUMEN

La meningitis es una inflamación grave de las membranas que rodean el sistema nervioso central, que representa una emergencia médica crítica en pediatría por su inicio abrupto, alta letalidad y el riesgo de secuelas neurológicas irreversibles. En República Dominicana continúa siendo una grave amenaza para la infancia. Este estudio analizó la mortalidad infantil por meningitis durante 2020-2021 y determinó los agentes etiológicos más letales. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo con datos del Global Burden of Disease. Se evaluaron las defunciones en tres grupos etarios: menores de 5 años, de 5 a 9 años y de 10 a 14 años, identificando los agentes causales predominantes. Los resultados mostraron que más del 80% de las muertes ocurrieron en menores de 5 años, con 132 fallecimientos en este grupo. El grupo de 5 a 9 años reportó 20 muertes (12.6%) y el de 10 a 14 años documentó 10 muertes (6.2%). *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* tipo b, *Neisseria meningitidis* y *Klebsiella pneumoniae* fueron los agentes con mayor mortalidad, especialmente en los primeros años de vida. Estos hallazgos confirman que la meningitis afecta desproporcionadamente a la población más vulnerable: los niños pequeños. La magnitud de la mortalidad registrada refuerza la urgencia de fortalecer los programas de inmunización, vigilancia epidemiológica y respuesta temprana, enfocándose en los agentes más frecuentes y grupos de mayor riesgo.

Palabras clave: Etiología, Meningitis, Niño, Mortalidad, República Dominicana

ABSTRACT

Meningitis is a severe inflammation of the membranes surrounding the central nervous system and represents a critical pediatric medical emergency due to its abrupt onset, high lethality, and risk of irreversible neurological sequelae. In the Dominican Republic, it continues to be a serious threat to childhood. This study analyzed infant mortality from meningitis during 2020-2021 and determined the most lethal etiological agents. An observational, descriptive, and retrospective study was conducted using Global Burden of Disease (GBD) secondary data. Deaths were evaluated in three age groups: under 5 years, 5 to 9 years, and 10 to 14 years, identifying predominant causal agents. Results showed that over 80% of deaths occurred in children under 5 years, with 132 deaths in this age group. The 5-9 years group reported 20 deaths (12.6%) and the 10-14 years group documented 10 deaths (6.2%). *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* type b, *Neisseria meningitidis*, and *Klebsiella pneumoniae* were the agents with highest

mortality, especially in the first years of life. These findings confirm that meningitis disproportionately affects the most vulnerable population: young children. The magnitude of recorded mortality reinforces the urgency to strengthen immunization programs, epidemiological surveillance, and early response, focusing on the most frequent agents and highest-risk groups.

Keywords: Etiology, Meningitis, Child, Mortality, Dominican Republic

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la meningitis sigue siendo una de las principales emergencias y causa de morbimortalidad infantil a nivel mundial, especialmente en infantes y en países en vías de desarrollo como la República Dominicana. Esta enfermedad, que se caracteriza por la inflamación de las meninges, puede tener diversas causas infecciosas, como las bacterianas y virales que son las más comunes, las fúngicas o parasitarias que son menos frecuentes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año ocurren más de 2.5 millones de casos de meningitis en todo el mundo, con una tasa de mortalidad que puede superar el 20 % en lugares con baja cobertura sanitaria y acceso limitado a la vacunación.

Sin embargo, la información sobre estadísticas epidemiológicas sobre la meningitis en infantes especialmente sobre sus principales agentes etiológicos de la meningitis y su relación con la mortalidad infantil es muy limitada y en muchos casos se encuentra desactualizado, y está falta de datos dificulta la posibilidad de implementar estrategias efectivas de prevención y control, así como la de brindar buenos recursos sanitarios. Por lo que, este estudio, tiene como objetivo: Determinar los agentes etiológicos causantes de meningitis y su incidencia en la mortalidad por grupo etario en menores de 15 años en República Dominicana, período 2020–2021.

2. MARCO CONCEPTUAL

Diversos estudios destacan, que la alta incidencia de meningitis en infantes en la República Dominicana representa un desafío considerable para el sistema de salud pública nacional. Esta situación resalta la necesidad urgente de fortalecer la vigilancia epidemiológica y mejorar las estrategias de prevención y control de la enfermedad (Álvarez González, 2024). Donde se estima que los principales agentes causales de la meningitis bacteriana son: *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* y *Haemophilus influenzae* tipo B (Wu et al., 2023; Wei et al., 2022). Estos agentes son responsables de la mayoría de los casos graves y de muerte por meningitis, particularmente en infantes (Zhang et al., 2024; Johnson et al., 2022).

Además, se ha evidenciado que los agentes con mayor incidencia en meningitis actúan de manera diferente según el grupo etario, lo que subraya la importancia de innovar en las estrategias de vacunación y garantizar el acceso equitativo a los servicios de salud para mitigar la carga de la enfermedad y sus complicaciones. Aunque las vacunas contra *Haemophilus influenzae* tipo b, neumococo y meningococo A han contribuido a mejorar la situación, la meningitis sigue presentando una alta tasa de mortalidad a nivel global y teniendo un impacto significativo (Wright et al., 2021).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo. Se incluyeron todos los casos de muerte por meningitis en menores de 15 años por rangos de edades: menores de 5 años, 5 a 9 años y de 10 a 14 años, durante el período 2020-2021; se excluyeron aquellos casos con datos faltantes en variables de interés y casos correspondientes a personas mayores de 15 años. Los datos fueron obtenidos de la base de datos del Global Burden of Disease Study (GBD), disponible públicamente a través del Institute for Health Metrics and Evaluation.

Los datos proporcionados por la base de datos GBD fueron procesados para usar información específica sobre los agentes causales de meningitis que más causan mortalidad por edad, donde se utilizó la mediana como medida estadística. Se utilizó Microsoft Excel (versión 365) para el procesamiento y análisis de los datos.

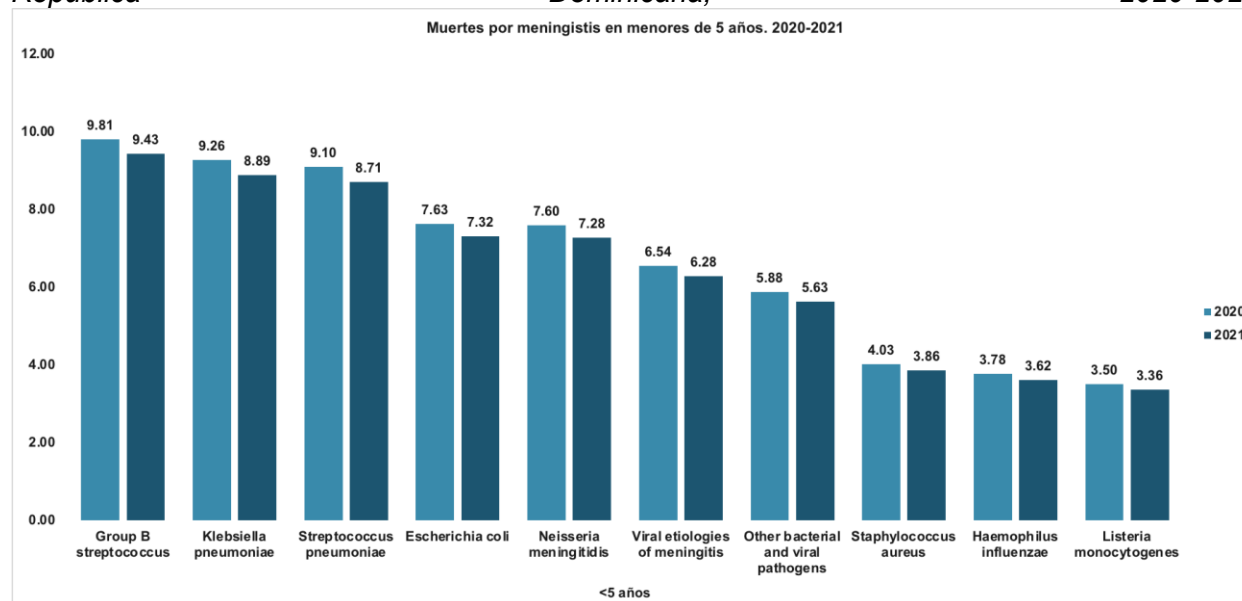
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante 2020–2021 se reportaron 162 muertes por meningitis en menores de 15 años en República Dominicana (84 en 2020 y 78 en 2021). La mayor carga ocurrió en menores de 5 años, con 132 muertes (81.5%); en el grupo de 5 a 9 años se documentaron 20 (12.6%) y en el de 10 a 14 años, 10 (6.2%).

En los menores de 5 años, los principales agentes asociados a mortalidad fueron *Streptococcus* del grupo B, *Klebsiella pneumoniae* y *Streptococcus pneumoniae*, además de *Neisseria meningitidis*, *Escherichia coli* y otros agentes menos frecuentes.

Figura 1.

Distribución de la mortalidad por agentes etiológicos de meningitis en menores de 5 años, República Dominicana, 2020-2021

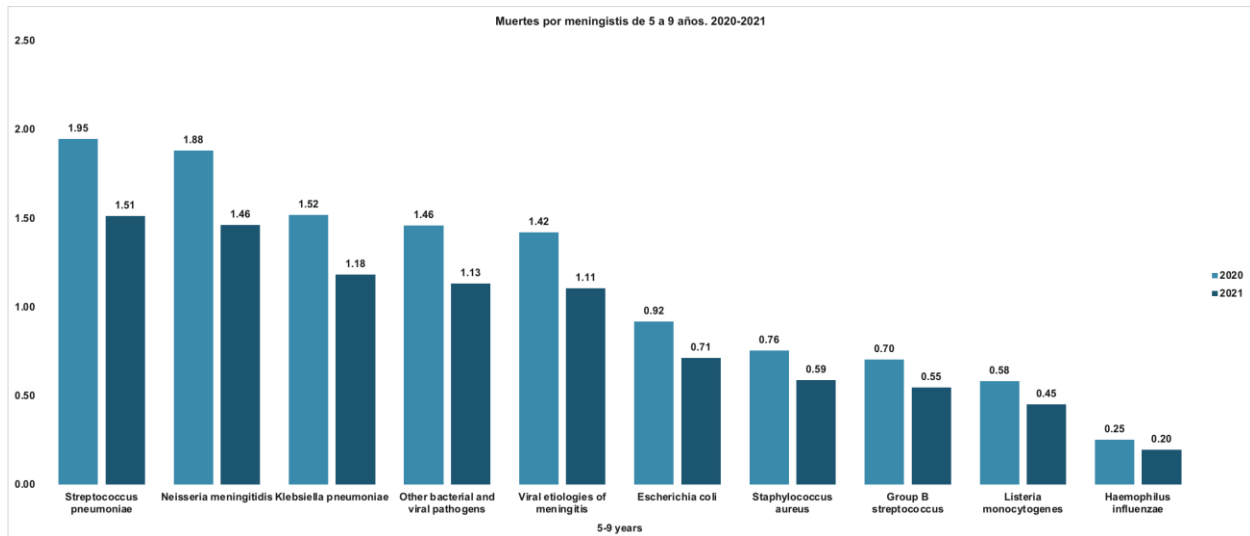


Fuente: Global Burden of Disease Study (GBD): mediana

En el grupo de 5 a 9 años se registraron 20 muertes, predominando *S. pneumoniae*, *N. meningitidis* y *K. pneumoniae*.

Figura 2.

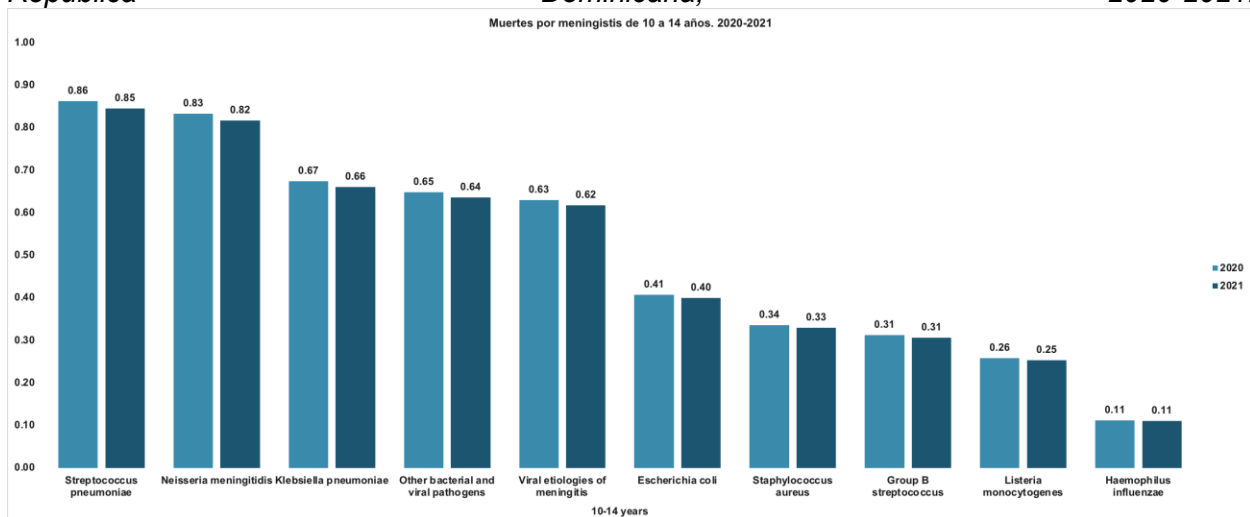
Distribución de la mortalidad por agentes etiológicos de meningitis en infantes de 5 a 9 años, República Dominicana, 2020-2021.



Fuente: Global Burden of Disease Study (GBD): mediana

En el grupo de 10 a 14 años se documentaron 10 muertes, con participación de *S. pneumoniae*, *N. meningitidis*, *K. pneumoniae* y otros agentes bacterianos y virales.

Figura 3.
 Distribución de la mortalidad por agentes etiológicos de meningitis en niños de 10 a 14 años, República Dominicana, 2020-2021.



Fuente: Global Burden of Disease Study (GBD): mediana

Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas en la República Dominicana, donde se observó un predominio de muertes por meningitis en menores de 5 años. Asimismo, investigaciones previas como la realizada por Álvarez González (2024), que reportó mayor prevalencia de meningitis en este grupo etario en la República Dominicana durante el 2021. La identificación de *Streptococcus* del grupo B como principal agente en menores de 5 años coincide con otros estudios realizados como los descritos por Wright et al. (2021), quienes señalan que este es un agente etiológico muy frecuente, pero debido a la deficiencia en la vigilancia, lo que dificulta poder estimar la incidencia el mismo en países con sistemas de vigilancia ineficientes o limitados. Lo cual respalda nuestros hallazgos sobre la relevancia de estos patógenos en la mortalidad infantil.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sobre los agentes etiológicos de meningitis con mayor mortalidad en menores de 15 años en República Dominicana durante 2020 y 2021 confirman que esta enfermedad persiste como una causa importante de fallecimientos pediátricos, especialmente en menores de 5 años. Los principales agentes etiológicos identificados fueron *Streptococcus* del grupo B, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis* y *Escherichia coli*, responsables de la mayoría de las muertes en este grupo etario.

Estos resultados muestran la gran necesidad de fortalecer la vigilancia epidemiológica, ampliar la cobertura de vacunación y adaptar nuevas estrategias de prevención y manejo clínico según la edad y el agente causal predominante.

Por lo tanto, este estudio no solo aporta datos valiosos sobre los agentes etiológicos de meningitis con mayor mortalidad, sino que también sirve como base para mejorar las políticas de salud pública y avanzar hacia una infancia más protegida frente a enfermedades infecciosas graves.

REFERENCIAS

- Álvarez González, C. (2024). Prevalencia e incidencia de meningitis-encefalitis en infantes de República Dominicana, año 2021. Actas del IX Congreso de Investigación, Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado de <https://revistas.unicyt.org/index.php/actasidi-unicyt/article/download/243/229/339>
- Asociación Española de Pediatría. (2023). Meningitis bacteriana. Protocolos diagnóstico terapéuticos AEP. Recuperado el 23 de junio de 2024 de https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/43_meningitis_bacteriana.pdf
- Chen, T., Zhang, R., Li, H., et al. (2024). Meningitis: A comprehensive review of the etiology, diagnosis, and treatment. *World Academy of Sciences Journal*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.3892/wasj.2024.274>
- Johnson, H. L., Deloria-Knoll, M., Levine, O. S., et al. (2022). Systematic literature review and meta-analysis of incidence and case fatality of meningitis. *The Lancet Infectious Diseases*, 22(1), 18–30. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00590-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00590-2)
- Liu, J. J., Zhang, X. Y., Chen, L., et al. (2024). Diagnostic status and epidemiological characteristics of community-acquired bacterial meningitis in children from 2019 to 2020: A multicenter retrospective study. *BMC Pediatrics*, 24(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04469-1>
- Mahtab, S., Madewell, Z. J., Baillie, V., Dangor, Z., Lala, S. G., et al. (2024). Etiologies and comorbidities of meningitis deaths in children under 5 years in high-mortality settings: Insights from the CHAMPS Network in the post-pneumococcal vaccine era. *Journal of Infection*, 89(6), 106341. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.106341>
- World Health Organization. (2023). Meningitis. Ginebra: WHO. Recuperado el 23 de junio de 2024 de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/meningitis>
- Wei, Y., Liu, F., Chen, Z., et al. (2022). Molecular characterization and antimicrobial resistance of *Neisseria meningitidis*: A global perspective. *Frontiers in Microbiology*, 13, 867844. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.867844>
- Wright, C., Blake, N., Glennie, L., Smith, V., Bender, R., Kyu, H., Wunrow, H. Y., Liu, L., Yeung, D., Knoll, M. D., Wahl, B., Stuart, J. M., & Trotter, C. (2021). The global burden of meningitis in children: Challenges with interpreting global health estimates. *Microorganisms*, 9(2), 377. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020377>
- Wu, J., Li, Q., Zhang, W., et al. (2023). Global epidemiology and mortality of bacterial meningitis: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 18(7), e0287932. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287932>

Zhang, H., Song, Y., Li, Y., et al. (2024). Clinical characteristics and outcomes of bacterial meningitis in children: A multicenter retrospective study. BMC Infectious Diseases, 24(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-08379-7>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-99>

ESTADO NUTRICIONAL MEDIANTE CIRCUNFERENCIA MEDIA DE BRAZO Y PORCENTAJE DE ADECUACIÓN DE MACRONUTRIMENTOS DEL MENÚ CONSUMIDO, COMEDOR COMUNITARIO DE LA COLONIA BARRAGÁN HERNANDEZ, GUADALAJARA, JAL.

Curiel Díaz, José Jafet

Centro Universitario (UTEG); Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México
021220095@alumnos.uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8007-8723>

Estrada Lara, José Emiliano

Centro Universitario (UTEG); Licenciatura en nutrición
Guadalajara, México
2620160005@alumnos.uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9957-0000>

Estrada Contreras Karla Elizabeth

Centro Universitario UTEG; Licenciatura en nutrición
Jalisco, México
kestrada@uteg.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9125-983X>

RESUMEN

Introducción: La evaluación del estado nutricional de los comensales en comedores comunitarios es fundamental para prevenir deficiencias, enfermedades y orientar intervenciones oportunas, contribuyendo a mejorar la salud, promover bienestar y optimizar recursos destinados a poblaciones vulnerables. Objetivo: Determinar el estado nutricional de los usuarios del comedor comunitario colonia Barragán Hernández, Guadalajara, Jalisco, mediante circunferencia media de brazo (CMB) y porcentaje de adecuación de macronutrientos (%AD). Material y métodos: Se diseñó un estudio descriptivo-longitudinal, muestreo a conveniencia. El menú y la dieta fueron revisados bajo método de carrusel, 3v/semana durante 3 semanas, aplicando técnica de dieta de la charola. Se calculó el %AD para los macronutrientos (Bourgues, 2013), considerando como adecuado el rango de 95-110%. La CMB se clasificó según Frisancho (1998). Técnica antropométrica ISAK. Análisis estadístico descriptivos y prueba de χ^2 . Resultados: n34, 18% mujeres, 82% hombres, medias: 40 años, 954 kcal, Kcal: HidratosdeCarbono 684; Proteínas 346.5; Lípidos 40.5. CMB 30 cm. En frecuencias, Proteínas 110% excesivo; Lípidos 90% deficiente; HidratosdeCarbono 85% excesivo. CMB: hombres 62.8% normal, 14.7% obesidad, 20.5% desnutrición; mujeres 5.8% normales, 29.4% obesidad y 2.9% desnutrición. Relación el CMB con %AD excesivo (HvsM): Obesidad 100vs60% desnutrición 0vs100%, hidratosdecarbono; obesidad 100vs100%, desnutrición 0vs100%, lípidos; obesidad 100vs100%, desnutrición 0vs100%, proteínas. Se aplicó χ^2 : sexo y CMB; $\chi^2 = 8.57$, $p = 0.014$. Asociación significativa: CMB depende del sexo. Hombres normalidad, mujeres en obesidad. Conclusión:

impulsar menús equilibrados, accesibles y culturalmente aceptables en comedores comunitarios, con participación activa de nutriólogos para garantizar la calidad nutricional y la prevención de patologías.

Palabras clave: Dieta de la Charola, Circunferencia media de Brazo, comedor comunitario

ABSTRACT

Introduction: The administration of carbohydrate-based glycemic loads is a key strategy to improve athletic performance. In Mexico, low sports performance is a concerning issue, as improving physical fitness is essential for achieving better outcomes in training and competitions. **Objective:** To evaluate athletic performance through the administration of glucose loads (GL) of 20 g and 60 g in university students. **Materials and Methods:** A quasi-experimental, descriptive study with convenience sampling was conducted. Two glucose loads (mango snack with chili) were administered: the first GL of 20 g and the second GL of 60 g, calculated using the Mexican System of Food Equivalents (SMAE). Athletic performance was assessed with the Cooper Test and Student's t-test. **Results:** A total of 27 participants were included, 67% men and 33% women. Mean heart rate after the first GL was 108.27 beats/min (range 62–140, SD 26.953), and after the second GL was 160 beats/min (range 92–122.62, SD 16.621). An increase in the percentage of participants in the “good” performance category was observed: without GL 7.7%, with the first GL 30.8%, and with the second GL 50%. Both GLs (20 g and 60 g) improved performance, with the 60 g GL showing the greatest effect. The paired *t*-test indicated a significant improvement, $t(26) = -4.699$, $p < 0.005$, with higher scores after the intervention ($M = 122.62$, $SD = 16.621$) compared to before ($M = 98.4$, $SD = 24.059$). **Conclusion:** Low athletic performance in Mexico may be linked to limited nutritional knowledge. Proper implementation of glucose loads before training and during competition can enhance sports performance.

Keywords: Tray Diet; Mid-Upper Arm Circumference; Community Dining Halls

1. INTRODUCCIÓN

Los comedores comunitarios en México y en el Estado de Jalisco son espacios que brindan alimentos a las personas que se encuentran en situaciones vulnerables o de escasos recursos, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria de las comunidades, promoviendo la nutrición y el acceso a alimentos saludables, además de fomentar la cohesión social y el apoyo mutuo.

Algunos de los beneficios que ofrecen los comedores comunitarios son: 1. La mayoría de los comedores ofrecen los alimentos de forma gratuita, aunque algunos piden una pequeña cuota de recuperación, según las posibilidades de cada persona o familia; 2. Atención a personas en situación de pobreza: Los comedores están orientados a ayudar a personas en situación de pobreza extrema, niños, ancianos, personas con discapacidades y familias en dificultades económicas; 3. Alimentos nutritivos y balanceados: Buscan ofrecer menús nutritivos y equilibrados, contribuyendo a la mejora de la salud de las personas que dependen de ellos; 4. Gestión comunitaria: Algunos comedores son operados por la misma comunidad, lo que fomenta la participación activa de los vecinos en la gestión y organización del comedor; y 5. Apoyo gubernamental y organizaciones civiles: Los comedores pueden estar apoyados por el gobierno (municipal, estatal o federal), a través de programas sociales, como el de la Secretaría de Bienestar en México; también cuentan con el apoyo de organizaciones no gubernamentales y voluntarios. El Gobierno Federal a través de la Secretaría de Bienestar y otros programas sociales tiene un esquema de apoyo a comedores comunitarios bajo el programa "Comedores

Comunitarios", que busca garantizar el derecho a la alimentación a la población vulnerable, además, las autoridades locales, como los gobiernos municipales, también gestionan comedores comunitarios en muchas localidades.

El impacto de un comunitario se centra en brindar reducción de la pobreza alimentaria al dar solución a la inseguridad alimentaria y contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas en pobreza extrema; mejoran la cohesión social fomentando la solidaridad entre los habitantes de una comunidad, ya que son espacios de encuentro y colaboración; además de otorgar salud pública al prevenir problemas de salud relacionados con la desnutrición (Secretaría de Bienestar, 2025).

2. MARCO CONCEPTUAL

Los comedores comunitarios son espacios donde se brinda alimentación a personas en situación de vulnerabilidad, con el fin de garantizar el derecho a una alimentación adecuada, reducir carencias nutricionales y promover la cohesión social (Rodríguez Castillo, 2020; Zamudio & Herrera, 2022). Estos espacios responden a lo establecido por la FAO (1996), que define la seguridad alimentaria como el acceso físico, económico y social a alimentos suficientes y nutritivos. Más allá de proporcionar comida, los comedores comunitarios representan una respuesta integral ante la inseguridad alimentaria en contextos marginados.

Bourges (2009) destaca que una dieta adecuada debe cubrir los requerimientos calóricos y nutricionales, aspecto que estudios como el de Acerbo et al. (2023) señalan como un reto frecuente en entornos institucionales. En México, las políticas públicas han evolucionado hacia enfoques de desarrollo humano como la implementación de Programas sociales como los comedores comunitarios han sido retomados por gobiernos locales tras su implementación federal. En Jalisco, el Programa por la Seguridad Alimentaria atiende a poblaciones en alta marginación mediante estos espacios con una partida presupuestal desde el 2015. En Guadalajara, el DIF opera comedores que ofrecen menús basados en criterios nutricionales (DIF Guadalajara, 2023).

Evaluar la calidad de los menús es fundamental investigaciones como las de Diez González et al. (2016) y Pardo & Pardo (2021) evidencian deficiencias nutricionales en servicios escolares e infantiles y López, Lema y Florencia (2023) también subrayan la necesidad de supervisión profesional continua.

Finalmente, estos espacios no solo cumplen una función alimentaria, sino que también fortalecen el tejido social y contribuyen a la prevención de la violencia (OPS, 2024). No obstante, la persistencia de la inseguridad alimentaria infantil (Observatorio de la Deuda Social Argentina, 2024) muestra la necesidad de mejorar su articulación con otras políticas sociales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo-longitudinal con muestreo a conveniencia en un comedor comunitario, evaluando a 35 comensales durante tres visitas. Se obtuvo consentimiento informado, garantizando el anonimato. El registro de menús y dieta se hizo mediante método de carrusel evaluando el menú y consumo 3 veces al semana por semanas, complementada con la dieta de la charola para analizar el consumo real de alimentos y calcular el porcentaje de adecuación de macronutrientes, usando la fórmula de %AD: $\text{Consumido/IDR} \times 100$ basados en el IDR de Bourgues (2009) según sexo y edad, clasificándolo en excesivo >100%, adecuado 100-90%, suficiente 75-90% e insuficiente <75%, además de medir la Circunferencia Media del Brazo (CMB) como indicador del estado nutricional, siguiendo los lineamientos antropométrico de ISAK,

clasificándolo con las tablas con Frisancho (1998). Para el análisis estadístico se utilizó SPSS v22, se realizó análisis descriptivos y prueba de Chi-cuadrada, debido a que los datos no seguían una distribución normal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio incluyó a 34 participantes (18 % mujeres y 82 % hombres), reportando las siguientes medias: edad 40 años, 954 kcal/día, 684 kcal de hidratos de carbono, 346.5 kcal de proteínas y 40.5 kcal de lípidos y la CMB de 30 cm. Según el porcentaje de adecuación (%AD), el consumo de proteínas fue excesivo 110 %, los lípidos resultaron deficientes 90 % y los hidratos de carbono fueron considerados también excesivos 85%. Según el estado nutricional mediante la CMB mostró que en hombres, el 62.8 % estaba en rango normal, el 14.7 % con obesidad y el 20.5 % con desnutrición; mientras que en mujeres, solo el 5.8 % se ubicó en rangos normales, el 29.4 % presentó obesidad y el 2.9 % desnutrición. En los casos de obesidad, el 100 % de los hombres y el 60 % de las mujeres mostraron un %AD excesivo. En contraste, todos los casos de desnutrición con consumo excesivo de macronutrientes se dieron en mujeres (100 %). Finalmente, la prueba de Chi-cuadrada (χ^2 8.57, p 0.014) evidenció una asociación significativa entre sexo y estado nutricional, indicando que el diagnóstico tiende a diferir por género: los hombres se ubicaron mayoritariamente en rangos normales, mientras que en las mujeres predominó la obesidad.

5. CONCLUSIONES

Impulsar menús equilibrados, accesibles y culturalmente adecuados en los comedores comunitarios es esencial para mejorar la nutrición de poblaciones vulnerables en México. Estos espacios deben ofrecer alimentos de calidad, diseñados bajo criterios nutricionales que consideren las necesidades específicas por edad y estado de salud; donde la participación activa del nutriólogo es clave para prevenir enfermedades relacionadas con desnutrición o exceso, y fomentar hábitos saludables. Además, la sostenibilidad del modelo requiere respetar las costumbres alimentarias locales y promover la participación comunitaria, donde se busque un enfoque integral permitirá que los comedores comunitarios no solo cubran necesidades alimentarias básicas, sino que también contribuyan al desarrollo social y a la reducción de brechas de salud, especialmente en regiones marginadas como Jalisco.

REFERENCIAS

- Acerbo, F., Lema, R., & López-Mato, M. (2023). Grado de adecuación a los requerimientos calóricos y proteicos en pacientes con dieta de textura modificada. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.35454/rncm.v6n1.465>
- Bourges, H. (2009). *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana*. Médica Panamericana.
- De Inclusión y Bienestar Social de la Ciudad de México, Secretaría de Inclusión y Bienestar Social de la Ciudad de México. (s. f.). *Programas sociales*. <https://www.sibiso.cdmx.gob.mx/programas-sociales>
- Diez González, S., Rodríguez Bernardo, C., Alonso Alonso, O., Gutiérrez Diez, M. C., & Allande Díaz, R. (2016). Evaluación de la variedad y calidad en los menús escolares de Asturias. Curso 2015/2016. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*.
- FAO. (1996). *Seguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
- Observatorio de la Deuda Social Argentina. (2024, 21 de marzo). Inseguridad alimentaria: dónde comen los chicos que, a pesar de tener ayuda del Estado, pasan hambre. *La Nación*.

<https://www.lanacion.com.ar/comunidad/inseguridad-alimentaria-donde-comen-los-chicos-que-a-pesar-de-tener-ayuda-del-estado-pasan-hambre-nid21032024/>

OPS/OMS. (2024). *Prevención de la violencia*. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-violencia>

Pardo Escallón, J. C., & Pardo Beltrán, S. A. (2021). Evaluación nutricional del menú infantil ofrecido en servicios de comida rápida mediante análisis cuantitativo: un estudio de corte transversal. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(3), 4-14. <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n3.224>

Ramírez, L. M. M. (s. f.). *Alimentación*. BINA-SS. <https://www.binasss.sa.cr/poblacion/alimentacion.htm#:~:text=La%20alimentaci%C3%B3n%20es%20un%20elemento%2C%20minerales%2C%20carbohidratos%20y%20fibra>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-100>

TENDENCIAS EPIDEMIOLÓGICAS DE LA MALARIA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA (2017-2024)

Concepcion Frustuosa, Diana Sarianis

Instituto de investigacion UASD

Santo Domingo, República Dominicana

dianaconcepcionfrustuosa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7404-2569>

RESUMEN

Introducción: La malaria sigue siendo un problema de salud pública en la República Dominicana. Aunque se han logrado avances en diagnóstico y control, persisten retos en la vigilancia y eliminación de focos endémicos. **Material y Métodos:** Este estudio observacional, descriptivo y retrospectivo utilizó datos secundarios de los Boletines Epidemiológicos del Ministerio de Salud Pública (2017–2024), analizando casos confirmados por año y provincia. **Resultados:** Se observó una variabilidad interanual, con un pico en 2019 (1,302 casos) y un repunte en 2024 (1,075 casos), influenciado por factores ambientales y búsqueda activa en zonas rurales y migrantes. El 73 % de los casos se concentraron en Santo Domingo, San Juan y Azua. Las autoridades han reforzado el diagnóstico, distribuido mosquiteros y promovido educación comunitaria. **Conclusiones:** pese a los avances, la malaria sigue siendo una amenaza, lo que demanda vigilancia constante y acciones focalizadas con enfoque en determinantes sociales y ambientales.

Palabras clave: Epidemiología, Malaria, República Dominicana, Salud Pública.

ABSTRACT

Introduction: Malaria remains a public health problem in the Dominican Republic. Although progress has been made in diagnosis and control, challenges persist in the surveillance and elimination of endemic foci. **Materials and Methods:** This observational, descriptive, and retrospective study used secondary data from the Epidemiological Bulletins of the Ministry of Public Health (2017–2024), analyzing confirmed cases by year and province. **Results:** Interannual variability was observed, with a peak in 2019 (1,302 cases) and a rebound in 2024 (1,075 cases), influenced by environmental factors and active searches in rural and migrant areas. Seventy-three percent of cases were concentrated in Santo Domingo, San Juan, and Azua. Authorities have strengthened diagnosis, distributed mosquito nets, and promoted community education. **Conclusions:** Despite progress, malaria remains a threat, requiring constant surveillance and targeted actions focused on social and environmental determinants.

Keywords: Epidemiology, Malaria, Dominican Republic, Public Health.

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio busca analizar las tendencias epidemiológicas de la malaria en la República Dominicana entre 2017 y 2024. Los objetivos específicos incluyen exponer los patrones y cambios en la incidencia, determinar la distribución geográfica de los casos por provincia, e identificar las respuestas del sistema de salud y las estrategias de control implementadas. El análisis de datos secundarios de los Boletines Epidemiológicos del Ministerio de Salud Pública (MSP) ofrece una oportunidad valiosa para comprender la evolución reciente de la enfermedad.

2. MARCO CONCEPTUAL

La malaria es una enfermedad infecciosa causada por parásitos del género *Plasmodium*, transmitidos por mosquitos *Anopheles*. A pesar de ser prevenible y curable, sigue siendo una amenaza significativa para la salud pública, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. A nivel mundial, se estimaron 249 millones de casos en 2022, con 608,000 muertes (World Health Organization, 2023). Aunque los casos han disminuido en las Américas, la transmisión persiste en zonas específicas de la República Dominicana.

En la República Dominicana, la malaria es una enfermedad de notificación obligatoria bajo vigilancia epidemiológica activa. La enfermedad es causada principalmente por *Plasmodium falciparum*, responsable de la forma clínica más severa. Aunque la transmisión no es continua en todo el país, existen focos endémicos identificados en provincias como San Juan, Azua, La Altagracia y áreas fronterizas con Haití, donde factores ambientales, socioeconómicos y de acceso a servicios de salud favorecen su persistencia (Ministerio de Salud Pública, 2021). Durante el período 2017-2024, el país ha enfrentado retos como las fluctuaciones anuales de casos, brotes esporádicos y dificultades en el acceso oportuno a diagnóstico y tratamiento (Ministerio de Salud Pública, 2017-2024). La variabilidad sugiere que la malaria está influenciada no solo por la pobreza y factores estructurales, sino también por la movilidad poblacional, la migración binacional y el cambio climático.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, basado en el análisis de datos secundarios de los Boletines Epidemiológicos Semanales del Ministerio de Salud Pública (MSP) de la República Dominicana, correspondientes a los años 2017 a 2024. Este diseño permite examinar los patrones de comportamiento de la malaria a lo largo del tiempo sin manipular variables directas o intervenir en la población. El enfoque descriptivo no busca establecer relaciones causales, sino detallar las características de la enfermedad en términos de incidencia, distribución geográfica y comportamiento temporal.

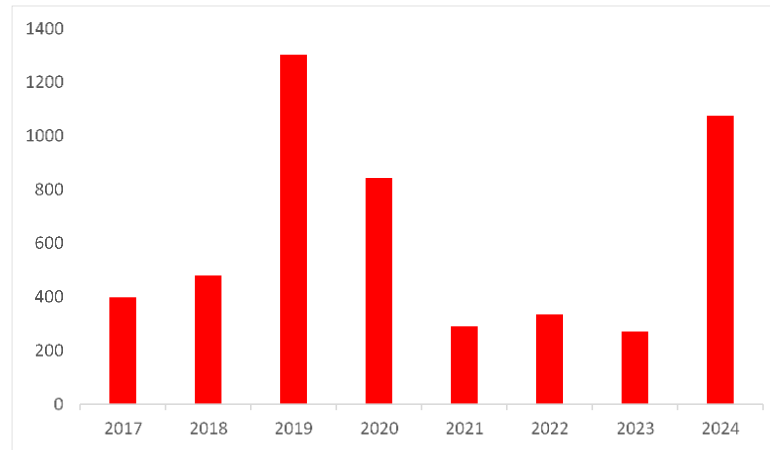
El carácter retrospectivo del estudio se justifica por el uso de información ya registrada en fuentes públicas oficiales, lo que garantiza su validez y relevancia para la salud pública. Los boletines son elaborados semanalmente por la Dirección General de Epidemiología (DIGEPI) del MSP y contienen datos sistematizados sobre casos de malaria confirmados por laboratorio, distribuidos por provincia y semana epidemiológica.

El estudio abarcó todos los casos confirmados de malaria reportados a nivel nacional durante el período, utilizando registros oficiales agregados. Las variables analizadas incluyeron el número de casos confirmados por año y su distribución por provincial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período 2017-2024, la malaria mostró una tendencia variable en la República Dominicana. En 2019, se registró el pico más alto con 1,302 casos confirmados, seguido de una reducción en 2020 a 843 casos, posiblemente influenciada por la pandemia de COVID-19. Los casos disminuyeron y se estabilizaron entre 2021 y 2023, pero en 2024 se documentó un nuevo repunte con 1,075 casos (Ministerio de Salud Pública, 2017-2024). Este aumento en 2024 se explica en parte por la intensificación de las estrategias de búsqueda activa de casos por parte del MSP en comunidades migrantes y zonas rurales, lo que mejoró la capacidad de detección. El aumento también se relaciona con factores ambientales, como las lluvias y la humedad, que crean condiciones óptimas para la reproducción del mosquito vector, *Anopheles*.

Gráfico 1. Casos confirmados de malaria en la República Dominicana por año, 2017–2024



Fuente: Boletines Epidemiológicos Semanales No. 52 (2017–2019, 2021–2024) y No. 53 (2020), Ministerio de Salud Pública, R.D.

La distribución geográfica de los casos reveló una alta concentración en tres provincias. Santo Domingo lideró con 1,849 casos (37.01%), seguido por San Juan con 1,126 casos (22.54%) y Azua con 680 casos (13.61%). Estas tres provincias concentraron más del 73% de los casos acumulados, lo que indica focos de transmisión activa y persistente (Ministerio de Salud Pública, 2017-2024). La alta densidad poblacional y el hacinamiento en Santo Domingo, junto con la falta de acceso a agua potable, favorecen la reproducción del mosquito vector. San Juan y Azua, con sus focos endémicos rurales, enfrentan desafíos como la dispersión poblacional y el uso agrícola intensivo de fuentes de agua. En estas dos provincias, aproximadamente el 95% de los casos están relacionados con la migración de trabajadores agrícolas haitianos (Javier, 2024).

Tabla 1. Distribución por provincia de los casos confirmados de malaria en el periodo (2017-2024)

Provincia	Casos confirmados entre (2017-2024)	Porcentaje
Santo Domingo	1849	37.01%
San Juan	1126	22.54%
Azua	680	13.61%
Distrito Nacional	668	13.37%
Extranjero	191	3.82%
Otros	184	3.68%
San Cristóbal	183	3.66%
La Altagracia	114	2.28%

Fuente: Boletines Epidemiológicos Semanales No. 52 (2017–2019, 2021–2024) y No. 53 (2020), Ministerio de Salud Pública, R.D.

En respuesta a la situación, el MSP implementó varias estrategias. Estas incluyen el fortalecimiento del diagnóstico, como la entrega de microscopios en 2023, y la intensificación de fumigación y distribución de mosquiteros en 2024 (Presidencia de la República Dominicana, 2024; Ministerio de Salud Pública, 2023). Además, el gobierno ha garantizado el suministro continuo de medicamentos antimaláricos desde 2021 (Gobierno de la República Dominicana, 2021).

En comparación con otros países de la región, la República Dominicana mantiene una carga relativamente baja de malaria. Por ejemplo, Brasil registró 124,000 casos en 2023 (García et al., 2024), y Colombia tiene un promedio de 105,000 casos anuales (Rodríguez et al., 2011), lo que demuestra que la transmisión en el país es menor y los brotes son más localizados. La concentración de casos en Santo Domingo, San Juan y Azua es consistente con estudios previos que identifican estas áreas como focos endémicos persistentes. La persistencia de la enfermedad está estrechamente ligada a determinantes sociales como la pobreza, la vivienda precaria y la movilidad poblacional (Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud, 2008), lo que refuerza la necesidad de enfoques intersectoriales.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman que la malaria en la República Dominicana sigue siendo un problema de salud pública, aunque focalizado en provincias específicas. La marcada variabilidad en la incidencia anual, con repuntes en 2019 y 2024, sugiere que la eliminación de la enfermedad aún enfrenta barreras importantes, incluyendo factores climáticos, sociales, migratorios y operativos. La concentración del 73% de los casos en Santo Domingo, San Juan y Azua demuestra un patrón de transmisión local persistente que requiere intervenciones específicas y adaptadas a sus contextos. La relación entre la carga de malaria y determinantes sociales como la pobreza y la vivienda precaria subraya la necesidad de un enfoque integral e intersectorial. Se recomienda una vigilancia epidemiológica robusta, mecanismos de respuesta rápida y una inversión continua en programas de prevención y control para avanzar hacia la meta de eliminación definitiva.

REFERENCIAS

- Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud. (2008). Cerrar la brecha: la equidad en salud desde la perspectiva de los determinantes sociales. OMS.
- Dirección General de Epidemiología. (s. f.). Repositorio de boletines semanales. Recuperado de <https://epidemiologia.gob.do/documentos-epidemiologicos/boletines-epidemiologicos/>
- García, K. K. S., Soremekun, S., Abrahão, A. A., Marchesini, P. B., Drakeley, C., Ramalho, W. M., & Siqueira, A. M. (2024). Is Brazil reaching malaria elimination? A time series analysis of malaria cases from 2011 to 2023. *PLOS Global Public Health*, 4(1), e0002845. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002845>
- Gobierno de la República Dominicana. (2021, 12 de octubre). Gobierno garantiza medicamentos para pacientes de VIH, tuberculosis y malaria. Presidencia de la República Dominicana. <https://www.presidencia.gob.do/noticias/gobierno-garantiza-medicamentos-para-pacientes-de-vih-tuberculosis-y-malaria>
- Haitian Times. (2017, 16 de noviembre). Haití y República Dominicana ganan premio por su labor en la lucha contra la malaria. <https://haitiantimes.com/2017/11/16/haiti-and-dominican-republic-win-award-for-malaria-fight/>
- Javier, Y. (2024). El 95 % de casos de malaria está en Azua y San Juan. *El Día*. <https://eldia.com.do/el-95-casos-de-malaria-esta-en-azua-y-san-juan>

- Malaria Venezuela – Fundación iO. (s. f.). Malaria Venezuela. <https://www.google.com/search?q=Fundaci%C3%B3nio.com>. Recuperado de <https://fundacionio.com/viajarseguro/paises/venezuela/malaria-venezuela/>
- Ministerio de Salud Pública (RD). (2021). Plan Estratégico para la Eliminación de la Malaria 2021-2025. MSP.
- Ministerio de Salud Pública (RD). (2024). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Dirección General de Epidemiología (DIGEPI).
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2017). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2017. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2018). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2018. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2019). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2019. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2020). Boletín Epidemiológico Semanal No. 53. Año 2020. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2021). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2021. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2022). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2022. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2023). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2023. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública (República Dominicana). (2024). Boletín Epidemiológico Semanal No. 52. Año 2024. Dirección General de Epidemiología.
- Ministerio de Salud Pública. (2023, octubre). Entrega de microscopios y fortalecimiento de laboratorios para malaria. Presidencia de la República Dominicana. <https://presidencia.gob.do/noticias>
- Ministerio de Salud Pública. (2024, octubre). Salud Pública refuerza acciones para controlar malaria (Boletín y nota de prensa).
- Naciones Unidas. (s. f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible: ODS 3.3. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2022). Boletín de Estadísticas Ambientales 2022 (ENHOGAR 2021: agua potable y saneamiento).
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2023). Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples ENHOGAR 2022: Informe Básico. ONE. <https://www.one.gob.do/publicaciones/encuestas/enhogar/enhogar-2022>
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2024). Informe General ENHOGAR-2024.
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2024). Informe General del X Censo Nacional de Población y Vivienda 2022. <https://www.one.gob.do/publicaciones/2024/>
- OPS/OMS. (2016). Guía para la vigilancia, prevención y control de malaria en las Américas (2.^a ed.). OPS.
- Organización Panamericana de Salud. (2025). Malaria. OPS.
- Pan American Health Organization. (2017). Framework for Malaria Elimination in the Américas. PAHO.
- Presidencia de la República Dominicana. (2023–2024). Ministerio de Salud Pública refuerza acciones para controlar malaria.

Presidencia de la República Dominicana. (2024, 24 de junio). Ministerio de Salud refuerza estrategias de control y prevención contra dengue y malaria. <https://presidencia.gob.do/noticias/ministerio-de-salud-refuerza-estrategias-de-control-y-prevencion-contradengue-y-malaria>.

Rodríguez, J. C. P., Uribe, G. Á., Araújo, R. M., Narváez, P. C., & Valencia, S. H. (2011). Epidemiology and control of malaria in Colombia. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 106(Suppl 1), 114–122. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762011000900015>

Secretaría Técnica del Gabinete de Salud. (2021). Análisis de Situación de Salud de la República Dominicana (ASIS).

World Health Organization. (2023). World Malaria Report 2023. WHO.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-101>

MECANISMOS DE INJURIA PULMONAR ASOCIADO AL USO DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS EN MAYORES DE 13 AÑOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Ogando Garcia, Fanny Janet

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
Santo Domingo, República Dominicana
jogfanny@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4894-0501>

Pereyra Paniagua, Ashley Marie

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
Santo Domingo, República Dominicana
paniaguamarie06@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5426-9437>

Tejada Compres, Krystal Esmeralda

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
Santo Domingo, República Dominicana
krystaltejadacom@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4790-276X>

De los Santos Ogando, Ruth Yisael

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
Santo Domingo, República Dominicana
delossantosoruth@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2018-5315>

RESUMEN

Justificación: El uso exponencial de cigarrillos electrónicos desde 2003 y su asociación creciente con complicaciones pulmonares requiere identificar los mecanismos de injuria en población vulnerable. **Objetivo:** Determinar los mecanismos fisiopatológicos, hallazgos histopatológicos y radiográficos asociados al desarrollo de injuria pulmonar por vapeo en mayores de 13 años. **Hipótesis:** La exposición a cigarrillos electrónicos en adolescentes y adultos jóvenes se asocia con mayor riesgo de injuria pulmonar caracterizada por inflamación neutrofílica, daño epitelial oxidativo y alteraciones radiográficas versus individuos no expuestos. **Métodos:** Revisión sistemática siguiendo guías PRISMA, búsqueda en PubMed, ScienceDirect y Epistemonikos (2020-2025) con términos MeSH específicos. **Resultados:** Tres estudios (18,336 pacientes) confirmaron predominio masculino (53-65%) en edades 21-35 años. Los aerosoles generan especies reactivas de oxígeno, activando cascadas inflamatorias con liberación de citocinas (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α) y patrón neutrofílico. **Conclusiones:** Se confirmó la hipótesis demostrando daño epitelial oxidativo, inflamación neutrofílica y opacidades en vidrio esmerilado como manifestaciones características de EVALI. **Palabras clave:** 2,3-butanodiona, bronquiolitis obliterante, cigarrillos electrónicos, diacetilo EVALI (Lesión pulmonar asociada al uso de cigarrillos electrónicos o vapeo).

ABSTRACT

Background: The exponential use of e-cigarettes since 2003 and their increasing association with pulmonary complications requires identification of injury mechanisms in vulnerable populations. **Objective:** To determine pathophysiological mechanisms, histopathological and radiographic findings associated with vaping-related lung injury development in individuals over 13 years. **Hypothesis:** E-cigarette exposure in adolescents and young adults associates with increased lung injury risk characterized by neutrophilic inflammation, oxidative epithelial damage, and radiographic alterations versus non-exposed individuals. **Methods:** Systematic review following PRISMA guidelines, searching PubMed, ScienceDirect, and Epistemonikos (2020-2025) using specific MeSH terms. **Results:** Three studies (18,336 patients) confirmed male predominance (53-65%) aged 21-35 years. Aerosols generate reactive oxygen species, activating inflammatory cascades with cytokine release (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α) and neutrophilic patterns. Histopathological findings included neutrophilic inflammation, foamy cells, and bilateral ground-glass opacities radiographically. **Conclusions:** The hypothesis was confirmed demonstrating oxidative epithelial damage, neutrophilic inflammation, and ground-glass opacities as characteristic EVALI manifestations, establishing vaping as a significant pulmonary health risk in young populations.

Keywords: 2,3-Butanedione, Bronchiolitis obliterans, Diacetyl, E-cigarettes, EVALI (E-cigarette or Vaping Associated Lung Injury).

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2003, el farmacéutico Hon Lik diseñó los primeros cigarrillos electrónicos con la idea de presentar una alternativa al tabaco tradicional y ayudar a manejar el hábito de fumar. En la segunda década de los 2000, los mismos empezaron a popularizarse y además de su fin terapéutico, los cigarrillos electrónicos empezaron a utilizarse con un fin recreativo y comercial a gran escala. Al pasar los años mientras su incidencia fue aumentando, de la misma manera lo hicieron las complicaciones e injurias pulmonares en estos pacientes. En visto a la alta incidencia del uso de los e-cigarrillos y las consecuencias sistémicas manifestadas, esta revisión sistemática busca identificar los mecanismos de injuria pulmonar asociado al uso de cigarrillos electrónicos en mayores de 13 años e identificar la población de usuarios de cigarrillos electrónicos.

Teniendo como hipótesis que la exposición a cigarrillos electrónicos en adolescentes y adultos jóvenes se asocia con un mayor riesgo de desarrollar injuria pulmonar caracterizada por inflamación neutrofílica, daño epitelial oxidativo y alteraciones radiográficas, en comparación con individuos no expuestos.

Los objetivos planteados para esta revisión sistemática fueron: (1) reconocer la población más frecuente que desarrolla injuria asociada a vapeo, (2) identificar los hallazgos histopatológicos y radiológicos que se observan en los usuarios de cigarrillos electrónicos y (3) conocer los mecanismos de injuria pulmonar en usuarios de vape. En vista de los objetivos planteados se busca responder la pregunta clínica: ¿cuáles son los principales mecanismos fisiopatológicos, hallazgos histopatológicos y radiográficos asociados al desarrollo de injuria pulmonar?

2. MARCO CONCEPTUAL

En los últimos años el uso de cigarrillos electrónicos ha crecido de manera exponencial presentándose con un uso frecuente tanto entre adultos jóvenes como en adolescentes

(Marrocco et al., 2022). La idea de ser un producto más seguro que el tabaco, favoreció a la "trampa de nicotina" donde se ha quedado atrapada una generación de adictos (Bhatt et al., 2020).

Hoy en día, existe evidencia de que los usuarios de cigarrillos electrónicos desarrollan estrés oxidativo, procesos inflamatorios y deterioro pulmonar, debido a la constante exposición a agentes químicos capaces de estimular la liberación de mediadores inflamatorios en las células pulmonares (Dai, et al, 2025).

Los líquidos de cigarrillos electrónicos en su forma base están hechos de: glicerina vegetal, propilenglicol, nicotina y agua. Incluso, existen líquidos de sabores sintéticos y extracto de materiales naturales, lo que aumenta su complejidad química (Margham, et al., 2021). Los líquidos de cigarrillo generan aerosoles que se depositan en las vías respiratorias y alvéolos, estos al entrar en contacto con las células epiteliales y el sistema inmune pulmonar producen especies reactivas de oxígeno. Por lo que las mitocondrias, membrana celular y el ADN de las células se ven comprometidos y activan vías de señalización para apoptosis y necrosis tisular (Park, et al., 2022). Como consecuencia se activan a los macrófagos que liberan citoquinas proinflamatorias, generando inflamación aguda del parénquima pulmonar y edema alveolar. Esto asociado a la pérdida de la integridad de la barrera alveolar dificulta el intercambio gaseoso y se reduce la eficiencia respiratoria. Favoreciendo así, al desarrollo de una condición respiratoria aguda capaz de generar graves consecuencias para la salud, conocida como lesión pulmonar aguda asociada al uso de cigarrillos electrónicos o vapeo (EVALI, por sus siglas en inglés). La EVALI presenta manifestaciones tan inespecíficas, que es capaz de plantear un cuadro clínico infeccioso agudo que carece de infección pulmonar propiamente. Constantemente asociado al extenso daño alveolar e hipoxemia (Marrocco, et al., 2022).

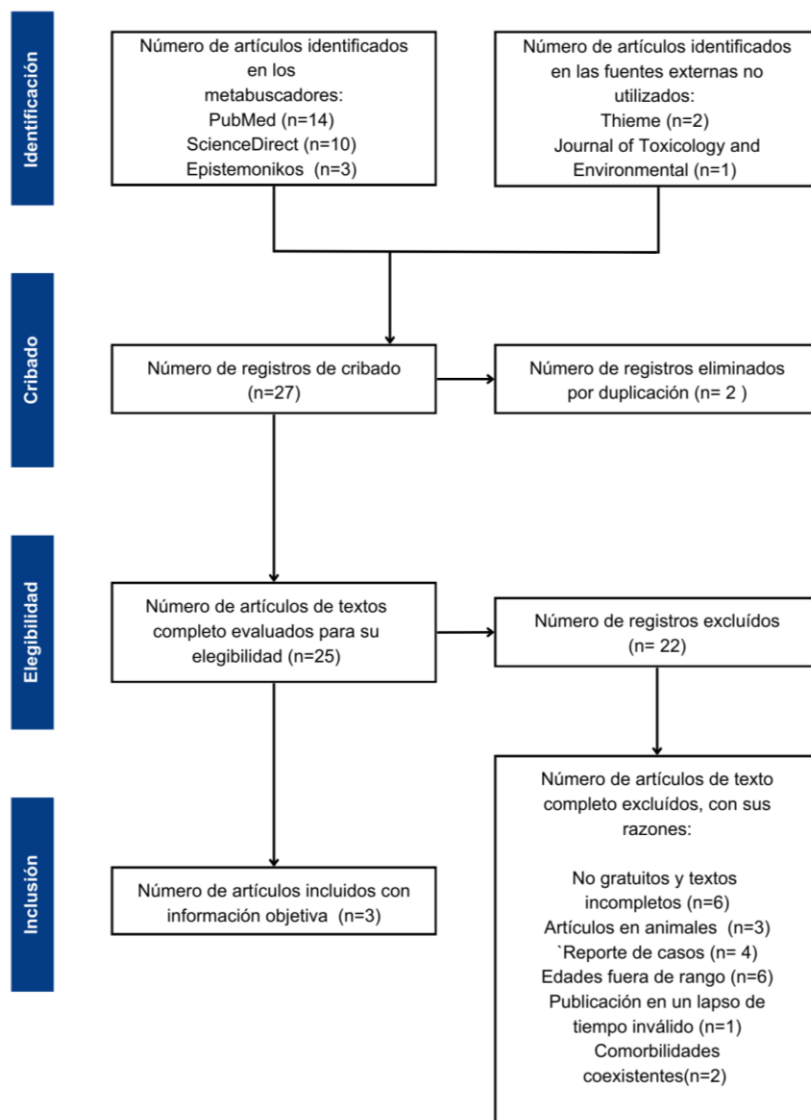
3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue una revisión sistemática que se realizó basándose en la guía de pautas PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews, por sus siglas en inglés). El diseño de la investigación es cualitativo y el alcance es explicativo. Las fuentes de información para la investigación se utilizaron en los siguientes metabuscadores: PubMed, ScienceDirect y Epistemonikos. En los metabuscadores se emplearon los MeSH terms: "E-cigarette or Vaping Associated Lung Injury", "Bronquiolitis obliterante", "Diacetilo" y "2,3-butanedione". Con el objetivo de delimitar los resultados de la búsqueda en PubMed y en ScienceDirect se utilizaron los operadores booleanos AND y OR. Los mismos se aplicaron con las siguientes combinaciones: "EVALI" OR "Diacetilo", "Bronquiolitis obliterante" AND "Diacetilo".

Dentro de los criterios para la elegibilidad, los criterios de inclusión fueron los siguientes: (1) Artículos comprendidos en edades de 13 a 65 años. (2) Exposición directa al cigarrillo electrónico o vapor. (3) Artículos de tipo revisión sistemática y cohortes. (4) Investigaciones científicas publicadas en el período entre 2020-2025. (5) Estudios completos, gratuitos y disponibles en inglés y/o español. Asimismo, los criterios de exclusión fueron: (1) Enfermedades respiratorias crónicas preexistentes. (2) Artículos no indexados en bases de datos reconocidas. (3) Exposición menor de 8 semanas al cigarrillo electrónico o vapor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1. Diagrama de flujo de las diferentes fases de la revisión sistemática.



Fuente: Ogando, F.; Pereyra, A.; Tejada, K.; De Los Santos, R.

La exclusión de los artículos se realizó en cuatro fases: en la identificación se recopilaron 30 artículos en base a la pregunta de investigación; en el cribado se eliminaron 2 artículos duplicados; en la fase de elegibilidad se aplicaron los criterios de exclusión, quedando 25 artículos descartados; y, finalmente, en la fase de inclusión se seleccionaron 3 artículos que cumplieran con los criterios establecidos.

Tabla 1. Datos sociodemográficos y hallazgos histopatológicos/radiográficos.

Autor	Año	Procedencia del estudio	Tipo de estudio	Total de pacientes	Edad	Sexo predominante	Hallazgos histopatológicos & radiográficos

Ah-Park, J. et al	2021	Estados Unidos	Cohorte	2558	~35	Masculinos (53%)	Patrón inflamatorio neutrofílico
Warrens, K. et al	2023	Estados Unidos	Cohorte	30	~23	Masculinos (55%)	Células espumosas
Marrocco, A. et al	2023	Estados Unidos	Revisión Sistemática	15,748	~21	Masculinos (65%)	Opacidades bilaterales en vidrio esmerilado

Fuente: Ogando, F.; Pereyra, A.; Tejada, K.; De Los Santos, R.

En esta tabla se presentan las características de los artículos utilizados: autor, procedencia del estudio, tipo de estudio, total de pacientes, sexo predominante y hallazgos histopatológicos y radiográficos. Los presentes estudios tienen un rango de publicación que abarca el lustro correspondiente del 2020 al 2025; estos fueron realizados en los Estados Unidos. Se analizaron dos investigaciones de cohorte y una revisión sistemática. En los tres artículos seleccionados se evidenció que el sexo masculino predominó y la edad con mayor incidencia fueron entre 21- 35 años, por último, se presentaron hallazgos histopatológicos con un patrón inflamatorio neutrofílico, células espumosas y, en las radiografías, opacidades bilaterales en vidrio esmerilado.

La evidencia reciente muestra que la exposición a aerosoles de cigarrillos electrónicos induce al daño celular, inflamación neutrofílica, modificaciones transcripcionales y deterioro de la defensa del huésped incluso en jóvenes sin antecedentes de enfermedad pulmonar y con reducida exposición a estas partículas. Estos estudios han documentado que el vapeo promueve la secreción de citocinas y mediadores proinflamatorios como IL-1 β , IL-6, IL-8 y TNF- α de las células epiteliales y de las células inmunes en las vías respiratorias y la activación de neutrófilos por CD11b y CD66b, lo que se refleja en un aumento de proteínas derivadas de sus gránulos como elastasa, proteinasa 3 (PRTN3), azurocidina 1 (AZU1) y mieloperoxidasa (MPO). Este proceso puede conducir a un daño de la membrana basal y la alteración de la matriz extracelular, provocando así un ambiente propicio para el enfisema y la inflamación crónica. (Ah-Park et al., 2021) (Warrens, K. et al., 2023)

Asimismo, un componente sumamente importante es el daño celular que produce, este se caracterizado por la acumulación de especies de aldehídos reactivos como el 4-hidroxinonenal, que induce apoptosis, disfunción mitocondrial e inactivación de proteínas. Además, se evidencia un aumento en la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y daño al ADN, que concluye en necrosis, fibrosis y pérdida de la función celular. De la misma forma, hay un aumento de enzimas bioactivadoras de carcinógenos de fase I y un aumento la producción de radicales libres de oxígeno, mecanismos los cuales nos explica por qué el epitelio expuesto al vapeo desarrolla una mayor vulnerabilidad a la carcinogénesis. (Ah-Park et al., 2021) (Marrocco, A. et al., 2023)

Es importante señalar el deterioro de la defensa del huésped debido al daño oxidativo, genotóxico. La exposición al aerosol de cigarrillos electrónicos no solo provoca desprendimiento de las células epiteliales, sino que también reduce la integridad de la barrera epitelial y el deterioro de la depuración mucociliar, favoreciendo la colonización bacteriana debido a la reducción de la expresión de proteínas antimicrobianas como SPLUNC1. Como la afección de los cilios del huésped posterior a la disfunción mitocondrial, esta disminuye el número de estas células. Esto se traduce a menor capacidad de defensa frente a patógenos y un entorno inflamatorio. (Ah-Park et al., 2021)

5. CONCLUSIONES

En la presente investigación se evidenció que la edad más frecuente en pacientes con injuria pulmonar asociada a cigarrillos electrónicos fue entre los 21 y 35 años, destacándose el sexo masculino en esta patología. Aunado a lo anterior, las lesiones epiteliales más comunes incluyen el estallido oxidativo debido a especies reactivas, modificaciones en el ADN, mayor tasa de apoptosis y necrosis, incremento de las proteasas, así como deterioro de las defensas del huésped por disminución de la función ciliar. También se observa inhibición de la actividad antibacteriana y un aumento en la probabilidad de carcinogénesis por supresión de genes supresores de tumores.

Asimismo, los hallazgos más evidentes fueron el patrón inflamatorio con predominio de neutrófilos, lo que sugiere la posibilidad de sobreinfección bacteriana; la presencia de células espumosas, indicativas de inflamación de las vías aéreas inferiores; y, en las imágenes radiográficas, opacidades en vidrio esmerilado.

REFERENCIAS

- Marrocco, A., Singh, D., Christiani, D. C., & Demokritou, P. (2022). E-cigarette vaping associated acute lung injury (EVALI): state of science and future research needs. *Critical reviews in toxicology*, 52(3), 188–220. <https://doi.org/10.1080/10408444.2022.2082918>
- Bhatt, J. M., Ramphul, M., & Bush, A. (2020). An update on controversies in e-cigarettes. *Paediatric respiratory reviews*, 36, 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2020.09.003>
- Dai, Z., Xie, B., Jiang, C., Peng, Y., Lin, J., Chen, Q. y Sun, J. (2025). Aerosolized nicotine-free e-liquid base constituents exacerbates mitochondrial dysfunction and endothelial glycocalyx shedding via the AKT/GSK3 β -mPTP pathway in lung injury models. *Respiratory Research*, 26(1), 82. p. <https://doi.org/10.1186/s12931-025-03155-3>
- Margham, J., McAdam, K., Cunningham, A., Porter, A., Fiebelkorn, S., Mariner, D., Digard, H. y Proctor, C. (2021). The chemical complexity of e-cigarette aerosols compared with the smoke from a tobacco burning cigarette. *Frontiers in Chemistry*, 9, 743060. p. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.743060>
- Park, J.-A., Crotty Alexander, L. E. y Christiani, D. C. (2022). Vaping and lung inflammation and injury. *Annual Review of Physiology*, 84(1), 611–629. pp. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-061121-040014>
- Malagón-Rojas, J., Toloza, Y., Idrovo, A. J., & Niederbacher-Velazquez, J. (2023). Initial insights on vaping-associated illnesses in Colombia: evidence for action. *Jornal Brasileiro de Pneumologia: Publicacao Oficial Da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisilogia*, 49(5), e20230130. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20230130>
- Frood, A. (2024, julio 9). *Interview with Hon Lik: original inventor of the e-cigarette*. Imperial Brands Science. <https://imperialbrandsscience.com/blog/interview-with-hon-lik-original-inventor-of-the-e-cigarette/>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-102>

INTEGRACIÓN DE HARVEST MAPS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN EL MARCO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Rodríguez Pérez, Ramiro

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: rrodper@upv.edu.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1879-3970>

Palomino Bernal, Juan Francisco

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: jfpalber@upv.edu.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5561-7943>

Colmenero Fonseca, Fabiola

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

Investigadora en el Departamento de Formación. Universidad Americana de Europa.

Av. Bonampak Sm. 6-Mz. 1, Lt. 1, 77500 Cancún, Q.R., México

E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>

Carcel-Carrasco, Javier

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València,
Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

E-mail: fracarc1@csa.upv.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

RESUMEN

El incremento de los residuos de construcción y demolición representa un desafío ambiental y urbano que limita la sostenibilidad de las ciudades y genera pérdidas de recursos aprovechables. Este trabajo analiza la pertinencia de los mapas de cosecha digital como herramienta innovadora para integrar la economía circular en la gestión de estos residuos. El objeto de estudio se centra en el diseño y validación de un modelo que articula sistemas de información geográfica, sensores IoT y algoritmos de optimización para mejorar la eficiencia en la recuperación y logística de materiales. Concerniente a la incorporación de estas herramientas incrementa de manera significativa las tasas de recuperación de recursos, reduce costos y emisiones vinculadas a su disposición final correspondiendo lo anterior a la hipótesis planteada para la investigación desarrollada y clasificada como aplicada de campo, con diseño mixto y alcance exploratorio, descriptivo, correlacional, la misma se desarrolló a partir del diagnóstico de nueve proyectos constructivos y tres pruebas piloto que integraron entrevistas, bases de datos oficiales y análisis espacial. Los resultados evidencian incrementos de hasta un 50 % en recuperación de materiales

y una reducción del 20 % en distancias logísticas. Concluyendo en que la integración de mapas de cosecha digitales es un modelo replicable y estratégico para avanzar hacia ciudades sostenibles y resilientes.

Palabras clave: Mapas de cosecha, Residuos de construcción y demolición (RCD), economía circular, gestión sostenible de residuos, tecnologías SIG

ABSTRACT

The increase in construction and demolition waste represents an environmental and urban challenge that limits the sustainability of cities and generates losses of usable resources. This paper analyzes the relevance of digital harvest maps as an innovative tool for integrating the circular economy into the management of this waste. The study focuses on the design and validation of a model that articulates geographic information systems, IoT sensors, and optimization algorithms to improve efficiency in material recovery and logistics. The incorporation of these tools significantly increases resource recovery rates and reduces costs and emissions associated with their final disposal. This corresponds to the hypothesis proposed for the research developed and classified as applied field research, with a mixed design and an exploratory, descriptive, and correlational scope. The research was developed based on the diagnosis of nine construction projects and three pilot tests that integrated interviews, official databases, and spatial analysis. The results show increases of up to 50% in material recovery and a 20% reduction in logistics distances. Concluding that the integration of digital harvest maps is a replicable and strategic model for moving toward sustainable and resilient cities.

Keywords: Harvest maps, Construction and demolition waste (CDW), circular economy, sustainable waste management, GIS technologies

1. INTRODUCCIÓN

El volumen de residuos de construcción y demolición (RCD) ha aumentado de forma significativa como consecuencia del crecimiento urbano y el incremento de proyectos constructivos. Este fenómeno genera presiones ambientales y sociales, ya que gran parte de los materiales termina en vertederos, desaprovechando su potencial de reutilización. La gestión ineficiente de los RCD incrementa la explotación de recursos naturales, las emisiones de gases contaminantes y la degradación del entorno (Gálvez-Martos et al., 2018).

La relevancia del trabajo se enfoca en evidenciar que los mapas de cosecha digital constituyen una herramienta innovadora para integrar estrategias circulares en la gestión de residuos, promoviendo la reutilización de materiales y optimizando la logística de transporte. Este enfoque responde a la necesidad de acelerar la transición hacia un modelo constructivo más sostenible, capaz de alinear las prácticas locales con los marcos regulatorios internacionales que impulsan la descarbonización y la economía circular (Eberhardt et al., 2022; Iyiola et al., 2024). Asimismo, investigaciones recientes destacan que la digitalización y la trazabilidad en tiempo real de los materiales de obra son factores clave para reducir ineficiencias y fomentar cadenas de valor más transparentes (Sepasgozar et al., 2023; McNeil-Ayuk & Jrade, 2024). Respecto al objeto de estudio se describe que está centrado en el diseño y validación de un modelo integral que articula tecnologías de sistemas de información geográfica (SIG), sensores IoT y algoritmos de optimización para mejorar la eficiencia de la gestión de RCD. La pregunta que guía esta investigación es: ¿de qué manera la integración de mapas de cosecha digitales contribuye a la reducción de residuos, la optimización de procesos logísticos y la promoción de prácticas circulares en el sector de la construcción? La hipótesis plantea que la aplicación de esta herramienta incrementa entre un 30 % y un 50 % las tasas de recuperación de materiales y

reduce los costos y la huella ambiental asociados a la disposición final. Finalmente podríamos definir los objetivos del presente trabajo como a continuación se mencionan: (i) diagnosticar los flujos actuales de RCD, (ii) diseñar e implementar mapas digitales de cosecha, (iii) validar su eficacia en proyectos piloto y (iv) proponer lineamientos de gestión replicables en el marco de la economía circular.

2. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual se fundamenta en los principios de la economía circular aplicados a la construcción, cuyo propósito es cerrar los ciclos de materiales, minimizar residuos y promover la regeneración de ecosistemas urbanos (Eberhardt et al., 2022). La literatura evidencia que el sector de la construcción es responsable de más del 35 % de los residuos sólidos generados a nivel global (Charef et al., 2021). En este contexto, los RCD se configuran como un reto y una oportunidad estratégica.

Respecto a los mapas de cosecha digital se definen como herramientas basadas en SIG y bases de datos materiales que permiten registrar, localizar y clasificar en tiempo real los RCD generados en los procesos constructivos. Al integrar sensores IoT y algoritmos de optimización, estas plataformas facilitan la trazabilidad y fomentan la transparencia en la cadena de valor (Sepasgozar et al., 2023). Su implementación constituye un puente entre el diseño digital, la logística de materiales y la circularidad urbana. La relevancia de este enfoque reside en que la información en tiempo real posibilita decisiones más precisas sobre el destino de los residuos, reduce la dependencia de vertederos y favorece la reincorporación de materiales en nuevos ciclos constructivos. Este modelo se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 y 12, relativos a ciudades sostenibles y producción responsable (ONU-Hábitat, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se describe como una investigación aplicada y de campo, debido a la integración del análisis documental con pruebas piloto. Concerniente a su diseño fue mixto, cualitativo y cuantitativo secuencial y el alcance fue exploratorio, descriptivo y correlacional. Lo anterior debido a que se caracterizaron los flujos de residuos, se diseñaron mapas digitales de cosecha y se evaluaron sus efectos en la recuperación de materiales y en la eficiencia logística.

Procedimientos:

1. Diagnóstico de flujos de RCD: se aplicó un muestreo estratificado en nueve proyectos de construcción y demolición urbana. Se identificaron materiales predominantes como el hormigón, acero, madera, vidrio y plásticos (ver tabla 1) y se estimó su potencial de reciclaje (Bonoli et al., 2021).

Tabla 2

Materiales predominantes en RCD y su potencial recuperación.

Material	Presencia típica (%)	Reciclabilidad (%)	Aplicación secundaria común
Hormigón	40–60	80–90	Subbases, bloques prefabricados
Madera	10–20	50–70	Biomasa, paneles reciclados
Acero	5–10	>90	Reflujo para nuevos elementos
Vidrio	2–5	50–80	Aislantes de fibras compuestas

Plásticos	1–3	30–60	Mobiliario urbano, revestimientos

Nota: la tabla muestra los materiales que predominan en las construcciones actualmente y su porcentaje de aprovechamiento para ser reciclados posteriormente.

2. Diseño de mapas digitales: se desarrollaron capas georreferenciadas con SIG, clasificando materiales y vinculándolos con bases de datos en tiempo real. Este proceso se complementó con modelado predictivo de flujos de residuos (Wang et al., 2020).
3. Optimización logística: se aplicaron algoritmos heurísticos para reducir distancias y tiempos de recolección, considerando capacidad vehicular, densidad urbana y horarios operativos (Talla & McIlwaine, 2024).
4. Validación in situ: se realizaron tres pruebas piloto (dos demoliciones y una obra nueva). Los indicadores evaluados fueron tasa de recuperación (%), ahorro logístico (%) y reducción de emisiones derivadas del transporte.

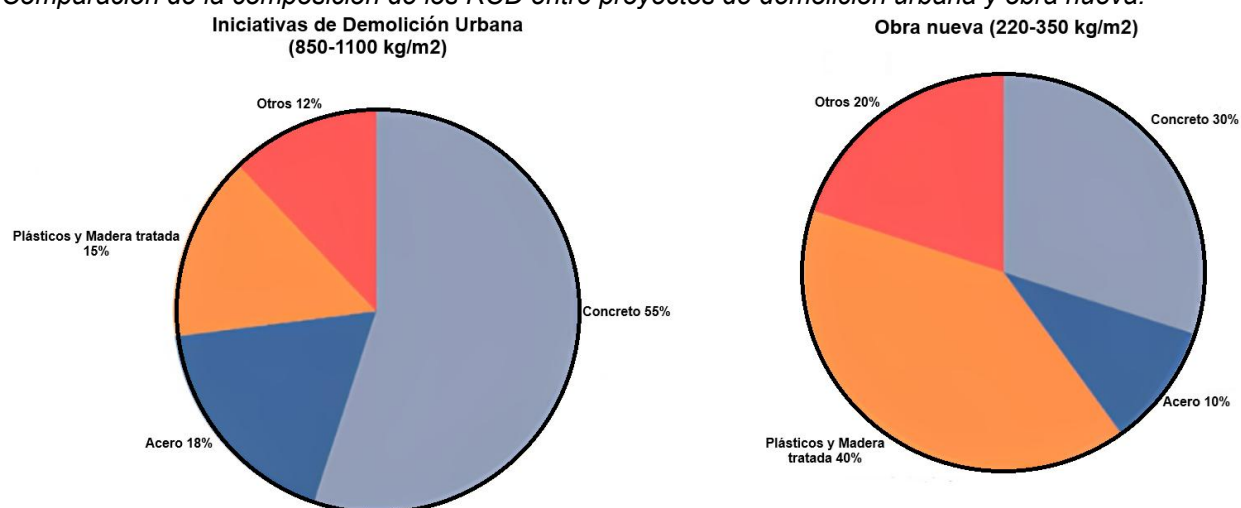
Concerniente a los instrumentos utilizados en el presente estudio es indispensable mencionar desde bases de datos oficiales (INEGI, SEMARNAT), plataformas SIG, sensores IoT hasta las entrevistas semiestructuradas con responsables de obra y autoridades ambientales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico inicial evidenció diferencias entre proyectos de demolición y obra nueva: los primeros generaron volúmenes específicos superiores (850–1100 kg/m²), con predominio de hormigón (55 %) y acero (18 %), mientras que las nuevas construcciones presentaron menor volumen (220–350 kg/m²) y mayor proporción de plásticos y madera tratada como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Comparación de la composición de los RCD entre proyectos de demolición urbana y obra nueva.



Nota: se muestra la comparativa entre demoliciones urbanas y obras nuevas en donde es posible contrastar una reducción del uso en concreto en obras nuevas y un aumento en los plásticos y madera tratada.

La implementación de los mapas digitales permitió una precisión del 94 % en la localización de puntos logísticos, así como una actualización automatizada del inventario cada 24 horas. La trazabilidad de

materiales se consolidó como un factor crítico para reducir la incertidumbre en la gestión de RCD. Concerniente a los algoritmos de optimización redujeron un 20 % las distancias recorridas y un 15 % los tiempos de recolección, mientras que las tasas de recuperación aumentaron entre 30 % y 50 %. Estos resultados superan las cifras reportadas en estudios europeos, donde las mejoras alcanzan entre el 15 % y el 25 % (Gálvez-Martos et al., 2018).

Respecto a la discusión es posible señalar que la principal barrera para la adopción de estas herramientas es la falta de normativas integrales y financiamiento. No obstante, la evidencia confirma que la integración de tecnologías digitales y la gobernanza ambiental pueden transformar los procesos lineales en circulares, contribuyendo a la reducción de emisiones y al aprovechamiento eficiente de recursos (McNeil-Ayuk & Jrade, 2024).

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos encontrados en el presente trabajo validan la hipótesis inicial: los mapas de cosecha digital (Harvest Maps) constituyen una herramienta eficaz para promover la economía circular en el sector de la construcción. Su aplicación permitió incrementar sustancialmente las tasas de recuperación de materiales, reducir costos logísticos y minimizar impactos ambientales.

Adicionalmente el modelo propuesto cabe destacar tanto su escalabilidad como replicabilidad en contextos urbanos diversos, siempre que exista voluntad política, marcos regulatorios adecuados y programas de capacitación técnica. Su implementación representa un paso estratégico hacia ciudades sostenibles, resilientes y alineadas con los ODS.

REFERENCIAS

- Bonoli, A., Zanni, S., & Serrano-Bernardo, F. (2021). Sustainability in building and construction within circular cities and the European Green Deal. *Sustainability*, 13(4), 2139. <https://doi.org/10.3390/su13042139>
- Charef, R., Morel, J. C., & Rakhshan, K. (2021). Barriers to implementing circular economy in the construction industry: A critical review. *Sustainability*, 13(23), 12989. <https://doi.org/10.3390/su132312989>
- Eberhardt, L. C. M., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2022). Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*, 18(2), 93–113. <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1781588>
- Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Iyola, C. O., Shakantu, W., & Daniel, E. I. (2024). Digital technologies for promoting construction and demolition waste management: A systematic review. *Buildings*, 14(10), 3234. <https://doi.org/10.3390/buildings14103234>
- McNeil-Ayuk, N., & Jrade, A. (2024). An integrated BIM and circular economy model for construction and deconstruction waste management. *Open Journal of Civil Engineering*, 14(2), 168–195. <https://doi.org/10.4236/ojce.2024.142009>
- Sepasgozar, S., Khan, A., Smith, K., Romero, J., Shen, X., Shirowzhan, S., Li, H., & Tahmasebinia, F. (2023). BIM and Digital Twin for developing convergence technologies as

the future of digital construction. Buildings, 13(2), 441.
<https://doi.org/10.3390/buildings13020441>

Talla, A., & McIlwaine, S. (2024). Industry 4.0 and circular economy: Use of digital technology at the design stage to reduce construction waste. Smart and Sustainable Built Environment, 13(2), 179–198. <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0050>

Ulewicz, M. (2023). Recycled materials in civil engineering applications. Materials, 16(22), 7075. <https://doi.org/10.3390/ma16227075>

Wang, M., Wang, C. C., Sepasgozar, S., & Zlatanova, S. (2020). A systematic review of digital technology adoption in off-site construction. Buildings, 10(11), 204. <https://doi.org/10.3390/buildings10110204>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-103>

USO TECNOLÓGICO DEL AGUAMIEL, APLICACIÓN EN UN DULCE TRADICIONAL

Arango Romo, Samantha Aracely

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
ar466677@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9255-3738>

Contreras-López, Elizabeth

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
Institución de Adscripción
elizac@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0919-4760>

Castañeda-Ovando, Araceli

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México
ovandoa@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0759-3198>

Añorve-Morga, Javier

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Mineral de la Reforma, México

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0076-1526>

Jaguey-Hernández, Yari

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero
Hidalgo, México
yjaguey@upfim.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3381-0208>

RESUMEN

El jarabe de aguamiel es un endulzante natural obtenido a partir de la concentración de los azúcares del aguamiel. El aguamiel es la savia obtenida del *Agave*, esta bebida tradicional es rica en carbohidratos y minerales, sin embargo, su rápida fermentación limita su consumo y comercialización, por lo que, se ha optado por la obtención de jarabe de aguamiel, que presenta una vida útil mayor. En años recientes ha crecido el interés por la aplicación del jarabe de aguamiel debido a su bajo índice glucémico y la presencia de prebióticos y minerales. No obstante, su consumo está limitado a regiones centro del país únicamente como endulzante de bebidas. El nicuatole es un dulce tradicional prehispánico elaborado con maíz sin nixtamalizar y aguamiel o piloncillo que se consume principalmente en la zona sur del país. Por lo que, se plantea la obtención de nicuatole a partir de fécula de maíz, leche y jarabe de aguamiel. Se propusieron tres formulaciones de nicuatole con la adición de leche entera, semidescremada y light (200 mL), variando la cantidad de jarabe de aguamiel (15, 20 y 25 mL), posteriormente se evaluaron parámetros fisicoquímicos de humedad, cenizas y proteína cruda. El tipo de leche determina de manera significativa la textura y calidad nutricional del dulce. La propuesta de un

dulce típico como el nicuatole elaborado a partir de jarabe de aguamiel es una alternativa para diversificar y promover el consumo de endulzantes naturales disminuyendo el consumo de azúcares refinados, además de recuperar tradiciones nacionales.

Palabras clave: Índice glucémico, jarabe de aguamiel, dulce tradicional, prebióticos, nicuatole.

ABSTRACT

Aguamiel syrup is a natural sweetener obtained by concentrating the sugars present in aguamiel, the sap extracted from the Agave. This traditional beverage is rich in carbohydrates and minerals; however, its rapid fermentation significantly limits its shelf life, consumption, and commercial distribution. To address this, agave sap is increasingly processed into aguamiel syrup, which exhibits greater stability and extended shelf life. In recent years, there has been growing interest in the use of aguamiel syrup due to its low glycemic index and its content of prebiotics and minerals. Despite these benefits, its consumption remains geographically limited to central regions of the Mexico, primarily as a sweetener for beverages. Nicuatole is a traditional pre-Hispanic candy made from non-nixtamalized corn and sweetened with aguamiel or piloncillo. In this study, we propose the development of nicuatole using corn starch, milk, and agave sap syrup as the primary ingredients. Three formulations were made, each incorporating 200 mL of a different type of milk (whole, semi-skimmed and lactose-free), and varying the amount of agave syrup (15, 20, and 25 mL). Physicochemical parameters including moisture content, ash, and crude protein were analyzed. The type of milk was found to significantly influence both the texture and nutritional quality of the final product. This study presents the development of a traditional dessert sweetened with agave syrup as a viable alternative to promote the use of natural sweeteners, reduce the intake of refined sugars, and contribute to the preservation and innovation of national culinary traditions.

Keywords: Glycemic index, aguamiel syrup, traditional candy, prebiotics, nicuatole.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de alternativas naturales a los azúcares refinados ha impulsado el interés por ingredientes tradicionales con posible potencial tecnológico. Entre ellos, el jarabe de aguamiel, destaca por sus propiedades nutricionales y por su relevancia en la gastronomía mexicana (Higuera Orbe, 2025). Incorporar este subproducto en preparaciones típicas representa una oportunidad de innovar en la elaboración de alimentos sin perder el vínculo con la tradición. En este contexto, el nicuatole, es un dulce tradicional originario del estado de Oaxaca (Morales Sánchez, 2023). Su origen es prehispánico y se elabora a partir del grano del maíz sin nixtamalizar.

El maíz sin nixtamalizar es rico en almidón (72-73%) y otros carbohidratos simples como glucosa, sacarosa y fructosa en proporciones que varían del 1 al 3% (Prasanna et al., 2020). Las proteínas son el segundo componente más importante (8-11%) mientras que, el contenido de cenizas es cercano al 1.3% (García-Campos et al., 2020). El proceso artesanal para obtener nicuatole inicia con la molienda del maíz y posterior tratamiento térmico para obtener los azúcares, seguido de la mezcla con endulzantes como piloncillo o aguamiel.

Por otra parte, el jarabe de aguamiel se obtiene del calentamiento y agitación constante del aguamiel que, al concentrarse, adquiere una tonalidad marrón y modifica sus características sensoriales, cambios que se intensifican durante el almacenamiento (Castañeda Ovando et al., 2023). De modo que el jarabe de aguamiel es un endulzante rico en fructosa, glucosa y sacarosa (González Montemayor et al., 2022), además de fructanos con posibles propiedades prebióticas. Adicionalmente, se ha reportado que el jarabe de aguamiel es menos calórico que el azúcar convencional y puede integrarse en dietas de control de peso (Medina Mendoza et al., 2022), presenta mayor poder endulzante que el azúcar de mesa y un bajo índice glucémico (es decir la capacidad de un alimento para elevar la glucosa en sangre del consumidor) (Cerón Zamora, 2022; Huezcas Garrido et al., 2022), lo que lo hace un candidato ideal para endulzar alimentos

para personas con restricciones dietéticas como las personas que padecen diabetes o resistencia a la insulina.

A pesar de sus potenciales beneficios en la salud humana, el consumo de jarabe de aguamiel está poco difundido y generalmente se emplea como endulzante sustituto del azúcar (Castañeda Ovando et al., 2023; Hernández Ramos et al., 2020). Por lo que, se plantea la obtención de nicuatole sustituyendo el maíz sin nixtamalizar por fécula de maíz, leche y empleando como endulzante jarabe de aguamiel.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se dividió en dos etapas, en la primera, se obtuvo y caracterizó el jarabe de aguamiel. En la segunda etapa, se formuló y determinó la composición proximal del dulce de nicuatole.

Etapas 1. Obtención del jarabe de aguamiel

Se obtuvo una muestra de 15L de aguamiel de la región del Nopalillo, Epazoyucan Hidalgo en el mes de octubre 2024. La muestra se trasladó al laboratorio de Fisicoquímica de Alimentos en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en un lapso menor a 2 h y se procesaron en una marmita con capacidad de 22 L (TECNODAC, KEV-22-AR), con aspas de agitación y sensor de temperatura. Para ello, se pasteurizó a 90°C en agitación constante durante 2h, el proceso se mantuvo hasta obtener 70°Brix, momento en que la muestra se retiró de la marmita y se envasó en frascos de vidrio con tapa hermética hasta su uso.

Caracterización del jarabe de aguamiel

Se realizó la caracterización fisicoquímica de los jarabes de aguamiel, para ello, se determinó humedad, cenizas y proteína cruda de acuerdo a lo establecido por la Association of Analytical Communities (AOAC, 1990). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Etapas 2. Formulación de nicuatole

Para obtener el dulce conocido como nicuatole, se emplearon 8 g de fécula de maíz, 200 mL de leche variando la cantidad de jarabe de aguamiel como se muestra en la tabla 1. La cantidad de jarabe de aguamiel se determinó en función de la cantidad de azúcares reportados en la etiqueta del producto. Se empleó leche comercial de la marca Alpura® en envase tetrapack.

Tabla 1. Formulación del nicuatole

Tipo de leche	Cantidad de jarabe de aguamiel (mL)	Etiquetado
Entera	25	LE
Semidescremada	20	LSD
Light	15	LL

La leche se sometió a calentamiento a 80°C y se agregó la fécula de maíz agitando constantemente con una pala de madera hasta obtener una consistencia espesa (15 ± 5 min), momento en el que se retiró del fuego y se agregó el jarabe de aguamiel manteniendo la agitación para integrar los ingredientes. La mezcla se dejó enfriar y se colocó en moldes de silicona (grado alimenticio) de 5 mL, posteriormente, se refrigeraron 2 h y se desmoldaron, se almacenaron en bolsas de cierre hermético por 48 h y se analizó humedad, cenizas y proteína cruda siguiendo la metodología de la AOAC (1990).

Se realizó el análisis estadístico de los datos empleando el software Minitab v.7.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el método empleado se obtuvo un rendimiento de 14.28% con 70°Bx, este rendimiento es similar a lo reportado previamente por Espíndola-Sotres y colaboradores (2018) obtuvieron un

10.15% de rendimiento con 74.33°Bx al emplear una técnica artesanal. El rendimiento del jarabe de aguamiel está determinado por la especie de agave utilizada, la calidad del aguamiel, la concentración de sólidos solubles (principalmente azúcares) en el aguamiel y las condiciones del proceso de elaboración (Castañeda-Ovando et al., 2023). En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del jarabe de aguamiel y del nicuatole.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico del jarabe de aguamiel y del nicuatole obtenido.

Parámetro	Jarabe de aguamiel	LE	LSD	LL
Humedad	22.96 ± 0.25	61.23 ± 0.62	61.85 ± 0.07	69.65 ± 0.20
Cenizas	1.34 ± 0.02	0.74 ± 0.02	0.62 ± 0.01	0.58 ± 0.02
Proteína cruda	1.65 ± 0.27	4.73 ± 0.04	4.44 ± 0.08	3.93 ± 0.03

Resultados expresados en %. Los resultados son expresados como media ± desviación estándar. LE leche entera, LSD leche semidescremada, LL leche light.

Con la formulación propuesta, se obtuvieron de 12 ± 3 dulces, de consistencia gelatinosa y color amarillo claro. Los resultados del análisis fisicoquímico se muestran en la Tabla 2. Actualmente no existe normativa para el jarabe de aguamiel por lo que se compara con el jarabe de agave, que se encuentra regulado en la NOM-003-SAGARPA-2016, que establece las características de sanidad, calidad agroalimentaria, autenticidad, etiquetado y evaluación de la conformidad para el jarabe de agave. De acuerdo con esta NOM el contenido de humedad debe oscilar entre un mínimo de 20 g/100g y un máximo de 28 g/100g, el jarabe de aguamiel obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Mientras que, el contenido de cenizas es un indicador de la cantidad de minerales presentes en las muestras analizadas, proporcionando información sobre su calidad nutricional y estabilidad. Los principales minerales reportados en el aguamiel son K, Ca, Na, Fe, Co, Mg, Se y Zn (Cázares-Vásquez et al., 2021; Vera-Morales et al., 2024). El contenido de minerales en el jarabe de aguamiel puede variar según la variedad de agave utilizada y las características del suelo donde se cultiva. Estudios han mostrado que las plantas de agave, dependiendo de la región y el tipo de suelo, pueden absorber diferentes cantidades de minerales.

Los dulces de nicuatole se obtuvieron con fécula de maíz que es un subproducto del maíz compuesto principalmente por almidón y que aporta a los alimentos una textura característica semejante a la de un flan o gelatina (Jinchuña Flores, 2022), esta sustitución del maíz seco sin nixtamalizar por fécula de maíz permite disminuir el tiempo de preparación y la energía necesaria para su obtención. Mientras que la adición de leche adiciona proteína a la fórmula, pasando de 1.65% en el jarabe de aguamiel hasta 4.73% en la formulación con leche entera.

4. CONCLUSIONES

El jarabe de aguamiel posee múltiples características que lo hacen un endulzante natural de gran interés, ya que, por su origen no contiene gluten, por lo que puede ser consumida por personas con celiaquía, adicionalmente su bajo índice glucémico lo hace ideal para personas con diabetes y resistencia a la insulina. Por otro lado, la formulación con leche deslactosada permitirá su consumo por personas con intolerancia a la lactosa. Este proyecto permite rescatar un ingrediente tradicional de gran potencial nutrimental, además de ofrecer alternativas más saludables en la industria alimentaria.

REFERENCIAS

- AOAC (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC. Inc Helrich K (editor), 15th Edition, Arlington, Vol I & II, 17-18, 40-63, 69-83, 1012.
- Castañeda-Ovando, A., Moreno-Vilet., L., Jaimez-Ordaz., J., Ramírez-Godínez, J., Pérez-Escalante., E., Cruz-Guerrero, A. E., & González-Olivares, L. G. (2023). Aguamiel syrup as a technological diversification product: Composition, bioactivity and present panorama. *Future Food*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100249>
- Cázares-Vásquez, M. L., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C. N., Sáenz-Galindo, A., Solanilla-Duque, J. F., Contreras-Esquivel, J. C., & Flores-Gallegos, A. C. (2021). Microbial exopolysaccharides in traditional Mexican fermented beverages. *Fermentation*, 7(4), 249. <https://doi.org/10.3390/fermentation7040249>
- Cerón Zamora, C. (2022). Índice glucémico in vitro y actividad antioxidante de jarabe de agave obtenido por evaporación rotatoria al vacío [Tesis para la obtención del grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Espíndola-Sotres, V., Trejo-Márquez, M. A., Lira-Vargas, A. A., Adela, & Ramírez-Ortiz, M. E. (2018). Estandarización del proceso de elaboración de jarabe a partir de aguamiel. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 515-21.
- García-Campos, A. U., Cruz-Monterrosa, R. G., Rayas-Amor, A. A., Jiménez-Guzmán, J., Fabela-Morón, M. F., de la Paz Salgado-Cruz, M., ... & Díaz-Ramírez, M. (2020). Caracterización físico-química de maíz (*Zea mays* L.) criollo (azul y rojo) del Estado de México. *Agro Productividad*, 13(7). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1728>
- González-Montemayor, A. M., Solanilla-Duque, J. F., Flores-Gallegos, A. C., Serrato-Villegas, L. E., Morales-Castro, J., González-Herrera, S. M., Rodríguez-Herrera, R., (2022). Temperature effect on sensory attributes, thermal and rheological properties of concentrated aguamiel syrups of two Agave species. *Measurement: Food* 7, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100041>
- Hernández-Ramos, L., García-Mateos, R., Ybarra-Moncada, M. C., & Colinas-Leon, M. T. (2020). Nutritional value and antioxidant activity of the maguey syrup (Agave salmiana and A. mapisaga) obtained through three treatments. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1306-1316. <https://doi.org/10.15835/nbha48311947>
- Huezcas-Garrido, L., Alanís-García, E., Ariza-Ortega, J. A., & Zafra-Rojas, Q. Y. (2022). Subproductos de interés nutricional y funcional de *Agave salmiana*. *Revista chilena de nutrición*, 49(2), 250-262. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000200250>
- Higuera-Orbe, C. L., García-Barrón, S. E., & Moreno-Vilet, L. (2025). La importancia del maguey pulquero (Agave salmiana) en la alimentación y soberanía alimentaria. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia Y Sociedad*, 3(1), 235-248. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14713628>
- Jinchuñá Flores, E. (2022). Industrialización y comercialización de los productos y subproductos del maíz (Monografía de pregrado). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/11692>
- Medina Mendoza, C., Iván Roldán-Cruz, E., & Vázquez-Jahuey, M. (2022). Physicochemical, microbiological and organoleptic characterization of aguamiel and pulque from Alto Mezquital, Hidalgo. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 19(4). <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1412>
- Morales-Sánchez, J. L., Hernández-Bautista, E., Matías-Pérez, D., Pérez-Santiago, A. D., Sánchez-Medina, M. A., & García-Montalvo I. A. (2023). Preliminary study of Nicuatole, a traditional endemic food based on Zea mays from the Central Valleys Region, Oaxaca, Mexico. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35, 839-843.

- Norma Oficial Mexicana (2016), NOM-002-SAGARPA-2016, Relativa a las características de sanidad, calidad agroalimentaria, autenticidad, etiquetado y evaluación de la conformidad de los fructanos de agave.
- Prasanna, B. M., Palacios-Rojas, N., Hossain, F., Muthusamy, V., Menkir, A., Dhliwayo, T., ... & Fan, X. (2020). Molecular breeding for nutritionally enriched maize: status and prospects. *Frontiers in genetics*, 10, 1392. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01392>
- Vera-Morales, J. M., Vargas-Hernández, M., Dector-Espinoza, A., & Amaya-Cruz, D. M. (2024). Aguamiel y pulque: más que bebidas tradicionales. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 7(12), 40-51. <https://doi.org/10.61820/pct.v7i12.1117>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-104>

EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO FINO (PM_{2,5}) Y SU RELACIÓN CON PREMATURIDAD Y BAJO PESO AL NACER: ESTUDIO ECOLÓGICO EN REPÚBLICA DOMINICANA (2019–2024)

Trinidad Pérez, Finees

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
100406258ftp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2728-6119>

Morales Peña, Mercedes María

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
dramercedesmoralesp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7692-8431>

Muñoz Montas, Oniela Francheska

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)
Santo Domingo, República Dominicana
oniela0403@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1660-2806>

RESUMEN

La contaminación del aire representa una problemática de salud a nivel global, específicamente el material particulado fino, con un diámetro de 2,5 micras o menos, conocidas como (PM 2.5). En el embarazo se relaciona con factores de riesgo importantes como es la inflamación materna, que conlleva a un mayor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer. Según la Organización Mundial de la Salud en el 2019 alrededor de 6,7 millones de muertes prematuras estuvieron relacionadas a contaminación del aire del medio ambiente y el doméstico. Este estudio observacional, descriptivo y de corte transversal, se desarrolló bajo las bases de datos abiertas del Ministerio de Salud Pública y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se tomaron Excel y JASP para calcular y graficar el coeficiente de correlación de Pearson y se asoció la incidencia en el porcentaje de nacidos prematuros y nacidos con bajo peso por trimestres. Se observaron medidas del rango Q1 de 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{2.5} con una mediana de 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el rango Q3 fue 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El coeficiente de correlación de Pearson para los porcentajes de nacidos prematuros y nacidos con bajo peso fueron $R= 0.39$ y $R= 0.36$ respectivamente con una determinación de $R^2=0.15$ y $R^2= 0.13$ para cada variable medida asociada a PM_{2.5}. Estos hallazgos indican que en la República Dominicana existe muy elevada exposición de PM_{2.5} que se puede considerar como una causa de prematuridad y bajo peso al nacer al conjunto de otros riesgos.

Palabras clave: Contaminación del aire, Material particulado 2.5, Exposición prenatal, Prematuridad, Peso al nacer bajo.

ABSTRACT

Air pollution is a global public health problem, particularly fine particulate matter (PM_{2.5}), with a diameter of 2.5 micrometers or less. During pregnancy, it is associated with significant risk factors such as maternal inflammation, which leads to a higher risk of preterm birth and low birth weight. According to the World Health Organization, in 2019, approximately 6.7 million premature deaths were related to ambient and household air pollution. This observational, descriptive, cross-sectional study used publicly available data from the Ministry of Public Health and the Ministry of Environment and Natural Resources. Excel and JASP were used to calculate and graph the Pearson correlation coefficient, and the incidence of preterm births and low birth weight was analyzed by trimester. The Q1 of PM_{2.5} concentration was 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, with a median of 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and a Q3 of 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The Pearson correlation coefficient for the percentages of preterm births and low birth weight were $R=0.39$ and $R=0.36$, respectively, with R^2 values of 0.15 and 0.13 for each variable associated with PM_{2.5}. These findings indicate that in the Dominican Republic, there is a high level of PM_{2.5} exposure, which, along with other risk factors, may contribute to preterm birth and low birth weight.

Keywords: Air pollution, PM_{2.5}, Prenatal exposure, Prematurity, Low birth weight.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación por material particulado fino (PM_{2.5}) se asocia consistentemente en el embarazo a nivel mundial con el incremento del riesgo de prematuridad y bajo peso al nacer (Thaichana et al., 2025).

Pese a que los países en vías de desarrollo están implementando estrategias para contrarrestar el impacto del aire contaminado, paralelamente se ha intensificado la producción industrial para impulsar el crecimiento económico para sustentar y suplir la alta demanda de la población a sus principales necesidades (Gómez Gallego et al., 2022).

En estudios epidemiológicos y meta-análisis realizados afirman que el aumento de la exposición a PM_{2.5} en los pulmones durante el embarazo eleva el riesgo parto prematuro y bajo peso al nacer, no quedan claros los mecanismos fisiopatológicos que desencadenan estos efectos, pero se proponen mecanismos como el estrés oxidativo, inflamación, malfuncionamiento placentario, disrupción endocrina y alteraciones epigénicas fetales (Parasin et al., 2024).

Este estudio tiene como objetivo analizar la exposición gestacional a PM_{2.5} y su relación con el bajo peso al nacer y la prematuridad en República Dominicana.

2. MARCO CONCEPTUAL

El material particulado (PM) es una combinación de sustancias con propiedades físico-químicas que forman directamente del aire o por compuestos gaseosos. Al ingresar por las vías aéreas a los pulmones, no son capaces de ser expulsadas por su tamaño y luego desarrollan la disfunción endotelial de los vasos sanguíneos por estrés oxidativo que finaliza en daño a la placenta (WHO, 2025).

El impacto del PM_{2.5} sobre el embarazo es un fenómeno que logra extenderse más allá de la etapa gestacional por su efecto fisiológico en la vida intrauterina del feto se relaciona con la morbilidad neonatal y pediátrica (Veras et al., 2025)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico de tipo descriptivo, de corte transversal, con un enfoque cuantitativo, entre los años 2019 y 2024. El enfoque del estudio estuvo destinado a analizar la exposición gestacional a PM_{2.5} y su relación con el bajo peso al nacer y la prematuridad en República Dominicana.

La población del estudio está compuesta por 688,360 nacimientos registrados durante el periodo 2019 y 2024. Para los criterios de inclusión se definió el parto prematuro como un parto menor a 37 semanas y el bajo peso al nacer se definió como un peso al nacer menor a 2500 gramos.

Para los criterios de exclusión se excluyeron los recién nacidos de partos múltiples, con enfermedades congénitas y aquellos nacidos con menos de 24 semanas de gestación.

Se hizo una revisión de la base de datos del Ministerio de Salud Pública en su portal de estadísticas institucionales en donde se obtuvieron los registros mensuales del Servicio Nacional de Salud (SNS) y el formulario 67^a, donde se encontraban los datos de los nacimientos, la cantidad de prematuros y la cantidad registrada con bajo peso al nacer (MSP, 2025).

Los registros de calidad del aire (PM_{2.5}) se obtuvieron del portal del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN) de la República Dominicana (MMARN, 2022). Debido a que las estaciones de monitoreo no funcionaron de octubre a diciembre de 2023 por mantenimiento, se usó un promedio de los datos de esos mismos meses de años anteriores para analizar las variables de bajo peso al nacer y prematuridad durante ese período (ONE, 2024).

Se utilizaron Microsoft Excel y JASP como herramientas principales para calcular, ajustar y graficar los datos recolectados del PM 2.5. Debido a la ausencia de datos específicos del trimestre de octubre a diciembre del 2023 se realizó una toma del promedio de trimestres de los años que si se encontraban registros de dicha temporada del año, con la finalidad de obtener una estimación representativa de los niveles de PM_{2.5} haciendo un cálculo del promedio trimestral de las fluctuaciones registradas de PM_{2.5} con el propósito de obtener una representación estandarizada que facilite las tendencias temporales e identificar patrones estacionales en la calidad de aire.

Para analizar las fluctuaciones de PM_{2.5} se aplicaron métodos estadísticos descriptivos basados en los rangos intercuartílicos para determinar las mediciones realizadas y segmentadas en períodos trimestrales para caracterizar los promedios.

Al momento de realizar el análisis de los grupos de recién nacidos con bajo peso y nacidos prematuros se utilizaron métodos estadísticos para calcular la tasa de incidencia, la desviación estándar, el rango máximo, el rango mínimo y el rango intercuartílico esto con la finalidad de realizar un análisis de tendencias trimestrales, calcular el odds ratio, riesgo relativo y el intervalo de confianza esto tomando como ejemplo el estudio realizado por Thaichana etc al. (2025).

Para definir el tipo de coeficiente de correlación más adecuado para el análisis estadístico que sería utilizado en dicho estudio se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio ecológico, de corte transversal consistió en analizar los 688,360 nacimientos registrados por el SNS durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2024. Dentro de estos los casos reportados como parto prematuro fueron 40,175 casos con una tasa de incidencia de un 5.83% y se registraron los casos con bajo peso al nacer fueron un total de 59,101 casos, con una tasa de incidencia de un 8.58%.

En este estudio se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos en donde se obtuvo un valor de significancia de 0.96 para las muestras de los valores de PM_{2.5} y la tasa de incidencia de nacidos prematuros, y de 0.98 con el bajo peso al nacer.

En el análisis de grupo los nacidos prematuros, se identificaron las siguientes medidas que fueron el rango Q1 fue de 5.25% y el rango Q4 fue de 8.11% con una mediana de 5.81% con una desviación estándar de ± 1.14 puntos porcentuales.

En el análisis de grupo los nacidos con bajo peso, se identificaron las siguientes medidas que fueron el rango Q1 fue de 8.05% y el rango Q4 fue de 11.54% con una mediana de 8.75% con una desviación estándar de ± 1.18 puntos porcentuales.

Dentro de los datos recopilados y promediados en trimestres de las fluctuaciones PM_{2.5} se obtuvo el Q1 de 34.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el Q3 fue de 42.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con una mediana de 39.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ utilizado para determinar los meses de mayor presencia detectada de PM_{2.5} en asociación con el riesgo de parto prematuro y nacidos con bajo peso.

En este estudio, el Odds Ratio obtenido en la evaluación de la asociación a PM2.5 y parto prematuro fue 1.24 durante los meses que hubo mayor fluctuación.

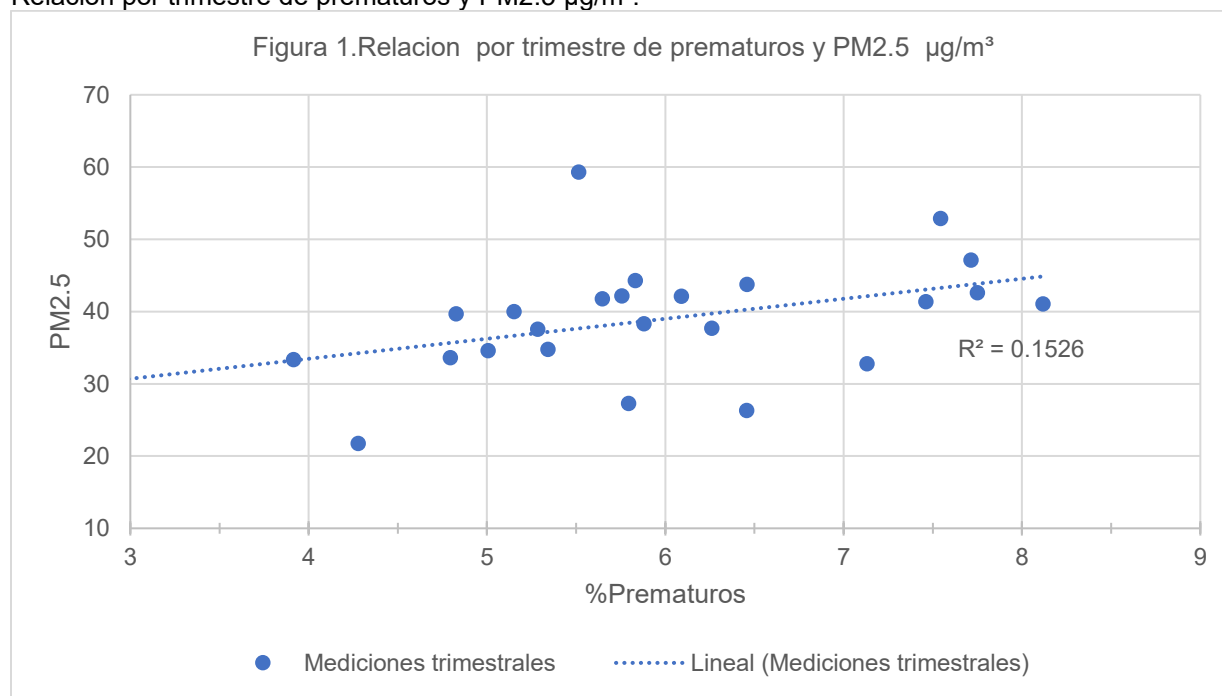
El riesgo relativo reportado en los meses de mayor exposición de PM2.5 con respecto a el riesgo relativo fue de 0.54 con respecto a los meses de menor exposición que fue de 0.49 con intervalo de confianza al 95% de 1.06.

El Odds Ratio (OR) obtenido de 1.14 para asociación entre la exposición a PM2.5 y el riesgo de nacidos con bajo peso indica que, en este estudio la probabilidad de que un recién nacido tenga bajo peso es 14% mayor en los periodos o áreas con niveles más altos de PM2.5 en comparación con los niveles bajos.

Respecto al riesgo relativo, los valores reportados para los meses de mayor exposición a PM2.5 fue de 0.52 y para los meses de menor exposición fue 0.49, con un intervalo de confianza al 95% de 1.11.

Figura 1

Relación por trimestre de prematuros y PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

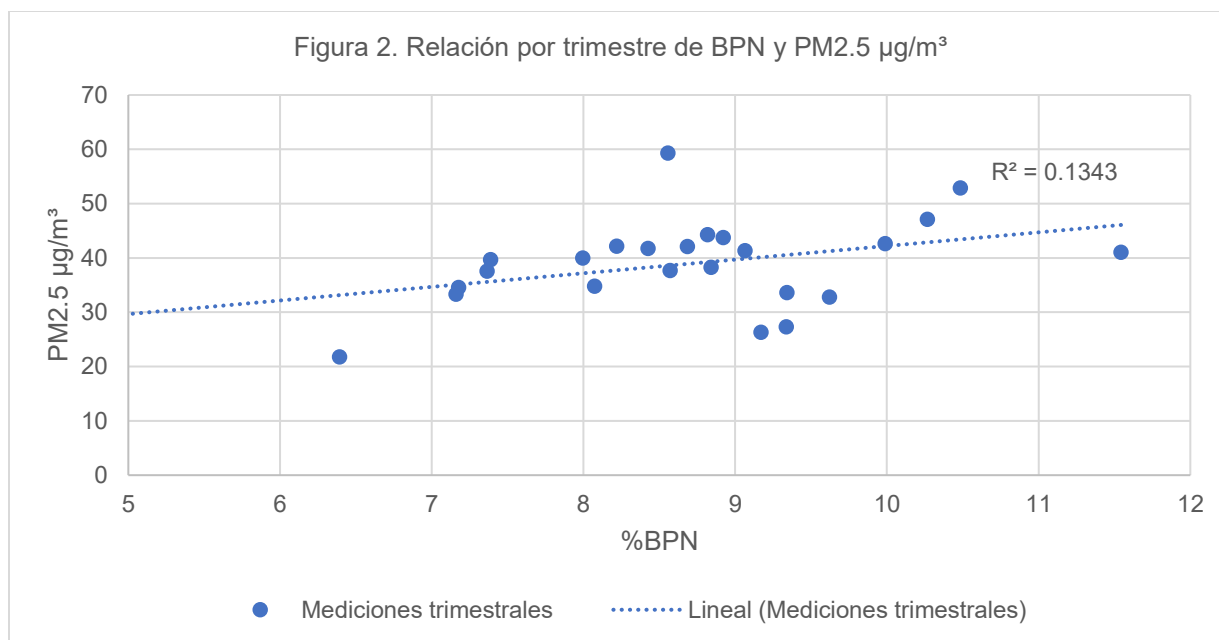


Fuente: Elaborado de datos registrados por el MSP y el MMARN

En cuanto a la correlación de Pearson entre los registrados nacidos con prematuridad el resultado fue $R = 0.39$, el valor de p fue de 0.078 y una determinación de $R^2 = 0.15$.

Figura 2

Relación por trimestre de bajo peso al nacer y PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Fuente: Elaborado de datos registrados por el MSP y el MMARN

En el análisis de correlación de Pearson se observó un $R = 0.36$ y un valor de p de 0.059 y con un coeficiente determinación de $R^2 = 0.13$ con relación entre el porcentaje de nacidos con bajo peso al nacer.

En este estudio se reveló que la cantidad promedio estimada de la fluctuación de material particulado fino (PM2.5) en República Dominicana fue de $39.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muy elevada en comparación con las medidas que destaca la OMS que sitúa el límite máximo anual en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el límite diario en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta diferenciación cuantitativa representa un riesgo para la población en general, y en especial las más vulnerables como las gestantes y los neonatos (OMS, 2021).

Los resultados guardan coherencia con los hallazgos observados en un análisis realizado por Stieb et al. en Canadá en donde reportaron que la asociación del PM2.5 con el bajo peso al nacer fueron débiles, se sugiere la posibilidad de correlacionar e incorporar otros factores de confusión y covariables para explicar su relación (Stieb, D. M. et al. 2016).

Parasin et al. estiman que existe una asociación positiva del PM2.5, esto es consistente de muchos estudios a razón de que se sustentan en la heterogeneidad de otras variables como factores socioeconómicos, otros contaminantes ambientales que pueden influir como el dióxido de nitrógeno, el plomo, entre otros (Parasin et al., 2024).

En los resultados, los efectos del PM2.5 fueron más directos en la prematuridad que en el bajo peso al nacer, lo que coincide con otros estudios. Esto resalta que las fluctuaciones elevadas de este material particulado aumentan la probabilidad de nacimientos prematuros. (Park et al., 2023).

El estimado de Odd Ratio reflejan similitud con estudios realizados en el continente africano y el asiático en donde se observaron valores de baja significancia positiva en el intervalo de confianza con respecto al bajo peso al nacer y la exposición al PM2.5 (Bachwenkizi et al., 2022).

Dentro de las principales limitaciones de este estudio estuvieron la marcadas heterogeneidad de los datos, específicamente en los reportes del MMARN se pudo asegurar a través de una revisión realizada a la ONE que durante el trimestre comprendido entre octubre y diciembre del 2023 las estaciones de monitoreo se encontraban bajo mantenimiento correctivo y discontinuidad en los reportes de ese periodo específico. Por otro lado, se intentó realizar un análisis con el bajo peso

al nacer asociado al PM2.5 tomando como variable confusa la cantidad de los mismos con el rango de edad materna, pero los datos no presentaban homogeneidad (ONE, 2024).

5. CONCLUSIONES

Los resultados en esta investigación indican que en la población materna de la República Dominicana existe una correlación estadística con significancia positiva, pero relativamente débil entre el aumento de la contaminación de aire por PM2.5 y el incremento de riesgos perinatales que puede dar lugar a eventos adversos en los nacidos prematuros y nacidos con bajo peso.

Es preferible realizar un modelo etiopatogénico multifactorial en el que convergen los determinantes ambientales, biológicos y sociales. Estos dan información más minuciosa y directa del alto número de nacidos prematuros y con bajo peso al nacer.

El estado dominicano debe instalar más monitores en diversas regiones, además, a través de sus agencias de estudio, debe promover investigaciones para regular las emisiones de PM2.5 en zonas industriales con concentraciones superiores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

REFERENCIAS

- Thaichana, P. et al. (2025). Association of Maternal PM2.5 Exposure with Preterm Birth and Low Birth Weight: A Large-Scale Cohort Study in Northern Thailand (2016–2022). *Toxics*, 13(4), 304–4.
- Gómez Gallego, D. M., Hernández, J. C., & Mendivil-de la Ossa, J. A. (2022). Efectos adversos de la exposición prenatal al material particulado del aire sobre el feto y el recién nacido. *Iatreia*, 35(3), 278-296. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.148>
- Parasin, N. et al. (2024). Prenatal PM2.5 Exposure and Its Association with Low Birth Weight: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Toxics*, 12(7), 446. <https://doi.org/10.3390/toxics12070446>
- WHO. (2025). *Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia*. <https://iris.who.int/handle/10665/344854>
- Veras, M et al. (2025). Impact of air pollution and climate change on maternal, fetal and postnatal health. *Jornal de Pediatria*, 101(Suppl 1), S48-S55. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.10.006>
- MSP (2025). *Estadísticas Institucionales – Transparencia*. <https://www.msp.gob.do/web/Transparencia/estadisticas-institucionales/#3335-ano-2025-1745866425>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *Datos Abiertos*. <https://ambiente.gob.do/portal-transparencia/datos-abiertos/#295-295-wpfd-top>
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2024). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2024*. <https://www.one.gob.do/publicaciones/2024/anuario-de-estadisticas-ambientales-2024/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34662007/>
- Stieb, D. M. et al. (2016). Associations of Pregnancy Outcomes and PM2.5 in a National Canadian Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(2), 243-249.
- Park, S. et al. (2023). Effect of Particulate Matter 2.5 on Fetal Growth in Male and Preterm Infants through Oxidative Stress. *Antioxidants*, 12(11), 1916. <https://doi.org/10.3390/antiox12111916>
- Bachwenkizi, J. et al. (2022). Maternal exposure to fine particulate matter and preterm birth and low birth weight in Africa. *Environment International*, 160, 107053. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107053>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-105>

PREVALENCIA, FACTORES DE RIESGO Y MANEJO DE LA MORBILIDAD MATERNA EXTREMA EN AMÉRICA LATINA: REVISIÓN SISTEMÁTICA (2016–2024)

Pérez Torres, Brinel Jadiela

Universidad Autónoma Santo Domingo

Santo Domingo, Republica Dominicana

Brinelperez28@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8162-9370>

RESUMEN

La morbilidad materna extrema (MME) es un indicador sensible de la calidad de la atención obstétrica. El objetivo de esta revisión bibliográfica fue analizar la prevalencia, los factores de riesgo y las estrategias de manejo clínico de la MME en América Latina durante 2016–2024. Se aplicó la guía PRISMA 2020 y se incluyeron estudios observacionales realizados en servicios de salud de la región. La búsqueda se efectuó en PubMed, SciELO, LILACS, EBSCO y repositorios institucionales; la calidad metodológica se valoró mediante la escala Newcastle–Ottawa. Se identificaron siete estudios de Cuba, Colombia, Perú, México, Brasil, Ecuador y República Dominicana, que reportan en conjunto más de 30,000 casos. Las tasas de MME variaron entre 3.2% en Colombia y 39.7 por mil nacidos vivos en Ecuador. Las principales causas clínicas fueron los trastornos hipertensivos del embarazo, la hemorragia posparto y la sepsis; entre los determinantes sociales se observaron pobreza, baja escolaridad y ausencia de control prenatal. El ingreso a cuidados intensivos y la resolución por cesárea predominaron en los casos graves. México y Brasil destacan por sistemas de vigilancia epidemiológica que favorecen la detección oportuna, mientras que República Dominicana muestra alta capacidad de respuesta hospitalaria en etapas críticas. La MME persiste como desafío regional y exige fortalecer la vigilancia activa, estandarizar criterios y mejorar el acceso oportuno a la atención obstétrica.

Palabras clave: América Latina, Atención obstétrica, Complicaciones del embarazo, Morbilidad materna extrema, Salud materna.

ABSTRACT

Severe maternal morbidity (SMM) is a sensitive indicator of obstetric care quality. This systematic review analyzed the prevalence, risk factors, and clinical management strategies of SMM in Latin America from 2016 to 2024. We followed the PRISMA 2020 guidelines and included observational studies conducted in health services across the region. Searches were performed in PubMed, SciELO, LILACS, EBSCO, and institutional repositories; methodological quality was assessed with the Newcastle–Ottawa Scale. Seven studies from Cuba, Colombia, Peru, Mexico, Brazil, Ecuador, and the Dominican Republic were identified, reporting more than 30,000 cases. SMM rates ranged from 3.2% in Colombia to 39.7 per 1,000 live births in Ecuador. The main clinical causes were hypertensive disorders of pregnancy, postpartum hemorrhage, and sepsis; social determinants included poverty, low education, and lack of antenatal care. Intensive care admission and cesarean delivery predominated in severe cases. Mexico and Brazil stood out for their epidemiological surveillance systems enabling timely detection, while the Dominican Republic showed strong hospital response capacity in critical stages. SMM remains a regional

challenge requiring strengthened active surveillance, standardized criteria, and timely access to obstetric care.

Keywords: Latin America, Maternal health, Maternal near miss, Obstetric care, Severe maternal morbidity.

1. INTRODUCCIÓN

La morbilidad materna extrema (MME) o maternal near miss es la supervivencia ante una complicación potencialmente mortal durante el embarazo, el parto o los 42 días posteriores. Más que un desenlace, funciona como indicador sensible de calidad obstétrica porque evidencia demoras de acceso, fallas de referencia contrarreferencia y desigualdades sociales. En América Latina, y en particular en República Dominicana, la heterogeneidad de la vigilancia y la capacidad instalada exige una síntesis crítica de la literatura reciente para orientar decisiones clínicas y de política.

Esta revisión describió la prevalencia de la MME, identificó sus factores de riesgo y sintetizó estrategias de manejo en mujeres latinoamericanas atendidas entre 2016 y 2024. Hipotetizamos que predomina por trastornos hipertensivos, hemorragia y sepsis, y que su magnitud aumenta con baja cobertura prenatal y demoras en la referencia. El objetivo general fue analizar prevalencia, riesgos y manejo con base en estudios observacionales y fuentes institucionales; específicamente, (i) sintetizar evidencia por país, (ii) determinar factores clínicos, obstétricos y sociodemográficos asociados y (iii) comparar tasas y patrones para visibilizar diferencias geográficas e inequidades.

2. MARCO CONCEPTUAL

La morbilidad materna extrema (MME), o *maternal near miss*, es la supervivencia ante una complicación potencialmente mortal durante el embarazo, el parto o hasta 42 días posparto. Es un trazador sensible de la calidad obstétrica porque genera más eventos auditables que la mortalidad y permite detectar fallas prevenibles (Say et al., 2009; Tunçalp et al., 2012). Su utilidad programática depende de criterios operativos comparables que delimiten con precisión los casos de compromiso sistémico (Kuklina & Goodman, 2018). Operativamente, la MME se identifica mediante criterios clínicos, de laboratorio y basados en manejo, lo que viabiliza comparaciones entre servicios y países (De Mucio et al., 2016; Say et al., 2009). Etiológicamente, predominan los trastornos hipertensivos del embarazo, la hemorragia obstétrica y la sepsis, con variaciones según capacidad instalada, cumplimiento de protocolos y oportunidad de la atención (Yassir & Lopez de Ramos, 2023; Villavicencio et al., 2021).

La interpretación requiere integrar determinantes sociales (pobreza, escolaridad, aseguramiento, ruralidad) y el modelo de las tres demoras, que condicionan el acceso oportuno (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2024). Para monitoreo se recomiendan la razón de MME por 1,000 nacidos vivos, el índice de mortalidad y la relación MME/mortalidad, siempre con definiciones y denominadores consistentes y datos de calidad (Kuklina & Goodman, 2018; Tunçalp et al., 2012; OPS, 2024; De Mucio et al., 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica documental con diseño mixto y alcance descriptivo-comparativo, centrada en América Latina (2016–2024). Se buscaron estudios en PubMed, SciELO, LILACS y EBSCO, además de documentos OPS/OMS y ministerios, incluyendo observacionales y reportes institucionales en español, inglés o portugués. La selección siguió tres etapas (cribado de títulos/resúmenes, lectura completa y extracción en matriz con autor/año,

país/nivel, diseño/tamaño, criterios de MME, denominador, RMME por 1,000 NV, índice de mortalidad, MME/mortalidad, factores e intervenciones). El análisis combinó resumen cuantitativo por país y síntesis narrativa temática; no se hizo metaanálisis por heterogeneidad de definiciones y diseños; no requirió aprobación ética por tratarse de fuentes públicas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Prevalencia comparativa de MME, causas principales y edad materna predominante por país (2016–2024).

País	Prevalencia MME	Causas principales	Edad materna predominante
Colombia	3.2% (incidencia)	ITS/VIH-sífilis; control prenatal tardío; THA, hemorragia	>35 años
México	4.5 por 1,000	Enfermedad hipertensiva; hemorragia; COVID-19; sepsis	25–34 años
Brasil	6.4 por 1,000	Desigualdad de acceso; alta cesárea; complicaciones hipertensivas	No especificado
Perú	12.7–26.1 por 1,000	Preeclampsia; hemorragia posparto; sepsis; acretismo	20–34 años
Cuba	27.1 por 1,000	Preeclampsia-eclampsia; HPP; sepsis; HELLP	20–34 años
Ecuador	39.7 por 1,000	Convulsiones; shock; vasopresores; falla orgánica	≈27 años
República Dominicana	Razón MME/MM 10.27	Trastornos hipertensivos; preeclampsia; eclampsia	26–35 años

Se observó una variabilidad sustancial entre países, asociada a diferencias en vigilancia epidemiológica, oportunidad de referencia y capacidad hospitalaria. Los determinantes sociales amplifican el riesgo clínico y explican parte de la carga regional. La alta admisión a UCI y el uso de cesárea sugieren respuesta eficaz pero tardía.

5. CONCLUSIONES

La morbilidad materna extrema (MME) se ratifica como un indicador sensible de la calidad obstétrica y un problema prioritario en América Latina. La evidencia sintetizada muestra que los trastornos hipertensivos del embarazo, la hemorragia obstétrica y la sepsis concentran la mayor carga de MME, mientras que determinantes sociales en particular pobreza, baja escolaridad y ausencia de control prenatal oportuno modulan el riesgo y condicionan la oportunidad de acceso. La marcada variabilidad entre países y establecimientos obedece, en parte, a diferencias en los sistemas de vigilancia, en los criterios operativos aplicados y en la capacidad resolutoria, lo que limita la comparabilidad de resultados. Se requiere estandarizar definiciones e indicadores, fortalecer el tamizaje y la atención prenatal, y asegurar recursos críticos (sangre y derivados,

uterotónicos, anticonvulsivantes y acceso a UCI obstétrica) para disminuir complicaciones y secuelas.

REFERENCIAS

- Alvarado-Choez, D., Barreto-Madrid, R., & Baque-Cantos, M. (2021). Emprendimiento e innovación del sector microempresarial ecuatoriano durante la pandemia Covid-19. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 2145–2164. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926942>
- Calderón, E. C. (2019). Factores de riesgo asociados a la morbilidad materna extremadamente grave en el Hospital Delfina Torres de Concha, Esmeraldas, Ecuador (enero–junio 2019).
- Chmielewska, B., Barratt, I., Townsend, R., Kalafat, E., van der Meulen, J., Gurol-Urganci, I., et al. (2021). Effects of the COVID-19 pandemic on maternal and perinatal outcomes: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 9(6), e759–e772. [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(21\)00079-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(21)00079-6/fulltext)
- De Mucio, B., Abalos, E., Cuesta, C., Carroli, G., Serruya, S., Giordano, D., et al. (2016). Maternal near miss and predictive ability of potentially life-threatening conditions at selected maternity hospitals in Latin America. *Reproductive Health*, 13(1), 134.
- Freitas, C. L., Sarmiento, A. C., Medeiros, K. S., Leonardo, M. E. M., Santos, Y. H., & Gonçalves, A. K. (2023). Maternal near miss: Before and during the coronavirus disease 2019 pandemic. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 69(10), e20230048.
- Gámez-Gámez, L. N., Cardoza-Fonseca, G., Ramírez-Rodríguez, A. A., Díaz-Jiménez, M. M., & Gámez-Borges, L. N. (2021). Morbilidad materna en el servicio de obstetricia del Hospital General Docente “Dr. Agostinho Neto”. *Revista Información Científica*, 100(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-99332021000300009
- Gonzales-Carrillo, O., Llanos-Torres, C., Espinola-Sánchez, M., & Vallenas-Campos, R. (2020). Morbilidad materna extrema en mujeres peruanas atendidas en una institución especializada, 2012–2016. *Revista del Cuerpo Médico HNAAA*, 13(1), 8–13.
- Guevara Ríos, E. (2024). Morbilidad materna extrema en el Instituto Nacional Materno Perinatal del Perú: experiencia y resultados. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 70(2). <http://51.222.106.123/index.php/RPGO/article/view/2627>
- Hernández-Cabrera, Y., Sosa-Osorio, A. A., & Rodríguez-Duarte, L. A. (2023). Morbilidad materna extremadamente grave: Una aproximación actual. *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal*, 12(2), 31–38.
- Kuklina, E. V., & Goodman, D. A. (2018). Severe maternal or near miss morbidity: Implications for public health surveillance and clinical audit. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 61(2), 307–318.
- Mordan, M., Flaz, S., Rosario, E., & Peguero, M. (2018). Morbilidad materna extrema en pacientes de un hospital materno infantil en República Dominicana. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 44(1), 1–8.
- Noreña-Herrera, C., Leyva-Flores, R., Palacio-Mejía, L. S., & Duarte-Gómez, M. B. (2015). Inequidad en la utilización de servicios de salud reproductiva en Colombia en mujeres indígenas y afrodescendientes. *Cadernos de Saúde Pública*, 31, 2635–2648.
- Ottawa Hospital Research Institute. (s. f.). Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale. https://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Maternal mortality: Levels and trends 2000 to 2017. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516488>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023, marzo 8). OPS y socios lanzan campaña para acelerar la reducción de la mortalidad materna en América Latina y el Caribe.

<https://www.paho.org/es/noticias/8-3-2023-ops-socios-lanzan-campana-para-acelerar-reduccion-mortalidad-materna-america>

Organización Panamericana de la Salud. (2024). Salud materna. <https://www.paho.org/es/temas/salud-materna>

Say, L., Souza, J. P., & Pattinson, R. C. (2009). Maternal near miss: Towards a standard tool for monitoring quality of maternal health care. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 23(3), 287–296.

Secretaría de Salud de México. (2019). Morbilidad materna extrema en México. *Boletín epidemiológico*.

Secretaría de Salud de México. (2019). *Boletín epidemiológico de morbilidad materna extrema*.

Tunçalp, Ö., Hindin, M. J., Souza, J. P., Chou, D., & Say, L. (2012). The prevalence of maternal near miss: A systematic review. *BJOG*, 119(6), 653–661.

Oliveros, S. A. G., Guevara, L., Salas, A., & Salazar, S. (2024). Factores asociados a la morbilidad materna extrema en una cohorte de gestantes de una EAPB, Cali 2019–2020. *SciELO Preprints*. <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/6764/version/7156>

Asanza, K. C., Sánchez, C. E. P., & Meneses, C. A. (2017). Morbilidad materna extremadamente grave y mortalidad: Indicadores de calidad de la atención obstétrica. *Multimed*, 21(3), 290–310.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-106>

ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE COMPUESTOS FENÓLICOS DEL GÉNERO *JUSTICIA* COMO INHIBIDORES DE LA MALTASA-GLUCOAMILASA EN DIABETES TIPO

Beltrán Jakes, Luisa Paulina

Universidad Autónoma de Sinaloa

Los Mochis, México

luisa.beltran.fim@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0250-6411>

Soto Rojo, Rody Abraham

Universidad Autónoma de Sinaloa

Los Mochis, México

rody.soto@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-4689>

Landeros Martínez, Linda Lucila

Universidad Autónoma de Chihuahua

Chihuahua, México

lilanderos@uach.mx

Baldenebro López, Jesús Adrián

Universidad Autónoma de Sinaloa

Los Mochis, México

jesus.baldenebro@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2186-9552>

Glossman Mitnik, Daniel

Universidad Autónoma de Chihuahua

Chihuahua, México

daniel.glossman@cimav.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9583-4256>

RESUMEN

La diabetes tipo 2 es la forma más común de esta enfermedad crónica, asociada a la deficiente regulación de glucosa en sangre, lo que genera complicaciones a largo plazo en el sistema circulatorio, nervioso e inmunitario. Su tratamiento farmacológico con inhibidores de la α -glucosidasa, como la Acarbosa, presenta limitaciones por costo y efectos secundarios, lo que motiva la búsqueda de alternativas naturales como la fitoterapia. En este trabajo se analizaron compuestos fenólicos presentes en especies del género *Justicia* (DXF, KMF, ENT y SCL), evaluados mediante cálculos de la Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT) y simulaciones de Docking molecular. Se utilizaron seis funcionales, seleccionándose M06/6-31G(d) por su mayor concordancia estructural con datos cristalográficos. El análisis de reactividad química mostró que DXF y KMF presentan mayor propensión al intercambio electrónico en el sitio activo de la enzima maltasa-glucoamilasa (MGAM). El Docking reveló interacciones relevantes con el

residuo ASP203 y energías de unión destacadas, siendo DXF el compuesto con mayor afinidad (-8.6 kcal/mol). Estos resultados sugieren que DXF y KMF poseen un prometedor potencial terapéutico como inhibidores de MGAM, ofreciendo una alternativa natural para el control de la diabetes tipo 2.

Palabras clave: Diabetes tipo 2, DFT, Docking molecular, flavonoides, *Justicia*.

ABSTRACT

Type 2 diabetes is the most common form of this chronic disease, associated with impaired regulation of blood glucose, leading to long-term complications in the circulatory, nervous, and immune systems. Its pharmacological treatment with α -glucosidase inhibitors, such as Acarbose, has limitations due to cost and side effects, which motivates the search for natural alternatives such as phytotherapy. In this work, phenolic compounds from *Justicia* species (DXF, KMF, ENT, and SCL) were analyzed using Density Functional Theory (DFT) calculations and molecular docking simulations. Six functionals were tested, with M06/6-31G(d) selected for its best structural agreement with crystallographic data. The chemical reactivity analysis showed that DXF and KMF exhibited a higher tendency for electron exchange at the maltase-glucoamylase (MGAM) active site. Docking revealed relevant interactions with residue ASP203 and notable binding energies, with DXF being the compound with the highest affinity (-8.6 kcal/mol). These results suggest that DXF and KMF hold promising therapeutic potential as MGAM inhibitors, providing a natural alternative for the management of type 2 diabetes.

Keywords: DFT, flavonoids, *Justicia*, molecular docking, type 2 diabetes.

1. INTRODUCCIÓN

La diabetes tipo 2 es una de las enfermedades crónicas más prevalentes en el mundo, con más de 500 millones de personas afectadas. Su tratamiento implica retos médicos, sociales y económicos debido a las limitaciones de los fármacos convencionales, como la Acarbosa, que si bien es eficaz como inhibidor de la α -glucosidasa, presenta desventajas relacionadas con efectos secundarios y costos elevados. En este contexto, la fitoterapia surge como una alternativa prometedora, empleando compuestos naturales con menor toxicidad y mayor accesibilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar, mediante cálculos teóricos y simulaciones de Docking molecular, el potencial inhibitorio de compuestos fenólicos presentes en plantas del género *Justicia*, con la finalidad de proponer candidatos que contribuyan al control de la diabetes tipo 2.

2. MARCO CONCEPTUAL

Diversos estudios han reportado la actividad antidiabética de flavonoides y lignanos, los cuales pueden modular enzimas involucradas en la digestión de carbohidratos. En particular, especies del género *Justicia* han sido utilizadas de forma empírica en el tratamiento de la diabetes, destacando su potencial como fuente de metabolitos bioactivos. La enzima maltasa-glucoamilasa (MGAM) constituye una diana terapéutica relevante, ya que participa en la degradación final de los almidones a glucosa. La inhibición de MGAM reduce la absorción intestinal de glucosa y ayuda a controlar la hiperglucemia posprandial. Para comprender el mecanismo de acción de estos compuestos, los métodos basados en la Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT) permiten caracterizar su reactividad química, mientras que el Docking molecular facilita la predicción de interacciones ligando-enzima y la estimación de afinidades de unión.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron cálculos de estructura electrónica mediante la Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT) probando seis funcionales (B3LYP, CAM-B3LYP, M06, M06-2X, PBE0 y MN15-L). Tras comparar las geometrías obtenidas con estructuras cristalográficas, se seleccionó el nivel de cálculo M06/6-31G(d) por su mayor precisión. La reactividad química de los compuestos se evaluó mediante descriptores de DFT Conceptual, y posteriormente se realizaron

simulaciones de Docking molecular con la enzima maltasa-glucoamilasa (MGAM). El análisis incluyó la identificación de residuos aminoacídicos clave en el sitio activo, energías de unión y la transferencia de carga entre ligando y proteína. El software empleado fue Gaussian16 para los cálculos DFT y AutoDock Vina para el Docking molecular.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de descriptores de reactividad mostró que DXF y KMF presentan mayor tendencia a la transferencia de carga en comparación con ENT y SCL. La estabilidad química de los compuestos sigue el orden DXF > KMF > ENT > SCL, lo que indica que DXF es más reactivo y con mayor potencial de interacción enzimática. El Docking molecular reveló energías de unión destacadas, con DXF (-8.6 kcal/mol) y KMF como los compuestos con mayor afinidad hacia MGAM. Se identificaron interacciones clave con los residuos ASP203, ASP327, ASP542 y ASP443, siendo ASP203 fundamental para la estabilización del complejo. Estos resultados sugieren que DXF y KMF poseen un alto potencial inhibitorio de MGAM, apoyando su valor terapéutico en el control de la glucosa posprandial.

Tabla 1. Comparación de las estructuras cristalográficas de los compuestos fenólicos con diferentes funcionales y el conjunto base 6-31G(d).

Dihidroxiflavonol - Cristalografia							Enterolactona - Cristalografia			
	3', 4' Dihidroxiflavonol			Kaempferol			Enterodiol		Secoisolarisiresinol	
Funcional	Longitud de Enlace	Ángulo de Enlace	Ángulo Diedro	Longitud de Enlace	Ángulo de Enlace	Ángulo Diedro	Longitud de Enlace	Ángulo de Enlace	Longitud de Enlace	Ángulo de Enlace
B3LYP	93.27%	99.09%	96.04%	95.45%	99.11%	96.06%	98.78%	98.57%	98.76%	98.14%
CAM-B3LYP	96.13%	99.11%	96.04%	95.64%	98.44%	94.87%	99.16%	98.61%	98.97%	98.22%
M06	96.15%	99.10%	96.04%	95.54%	99.11%	96.06%	99.06%	98.60%	98.96%	98.29%
M06-2X	96.10%	99.10%	96.04%	95.57%	98.87%	96.00%	99.09%	98.63%	98.95%	98.28%
PBE0	96.24%	96.96%	96.04%	95.67%	98.44%	93.86%	99.17%	98.56%	99.02%	98.21%
MN15L	95.48%	98.40%	96.04%	96.54%	99.02%	96.06%	98.38%	98.52%	98.31%	98.24%

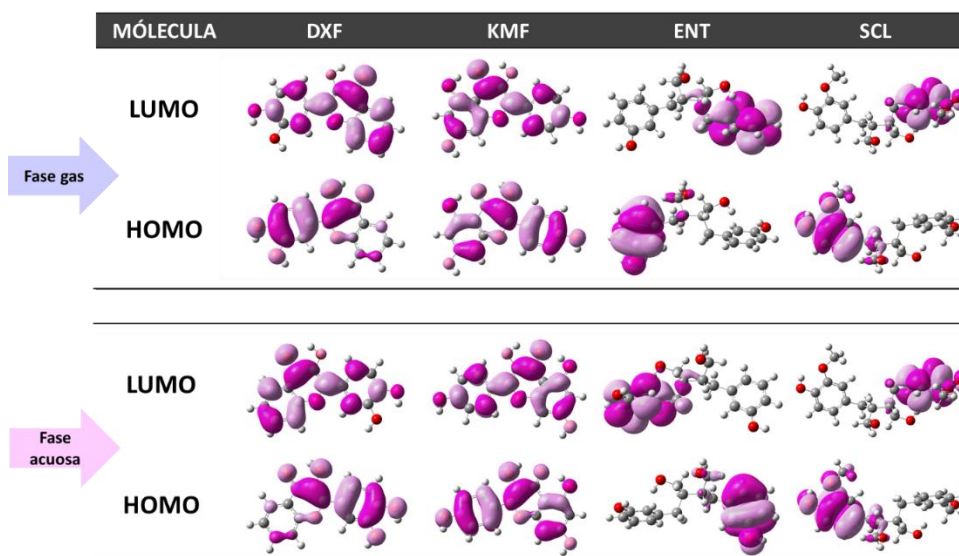


Figura 3. Orbitales Moleculares HOMO y LUMO para las estructuras moleculares de los compuestos fenólicos.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que los compuestos fenólicos DXF y KMF presentan una notable afinidad hacia la enzima MGAM, principalmente debido a interacciones con el residuo ASP203. La combinación de cálculos DFT y Docking molecular permitió establecer su reactividad química y capacidad de unión, lo que respalda su potencial como inhibidores naturales de la digestión de carbohidratos. En este sentido, especies del género Justicia representan una fuente prometedora de metabolitos con aplicación en el tratamiento complementario de la diabetes tipo 2. Este trabajo aporta evidencia científica que apoya el uso de la fitoterapia como alternativa viable y de menor costo frente a tratamientos farmacológicos convencionales.

REFERENCIAS

- Bafor, E. E., Omogbai, E. K. I., Okpo, S. O., Idu, M., & Oyemitan, I. A. (2019). Tocolytic activity assessment of the methanol leaf extract of *Justicia flava* Vahl (Acanthaceae) on mouse myometrial contractility and preliminary mass spectrometric determination of secondary metabolites. *Journal of Ethnopharmacology*, 243, 112094. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112094>
- Basha, S. K., & Kumari, V. S. (2012). In vitro antidiabetic activity of *Psidium guajava* leaves extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(1), 98–100. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60023-0](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60023-0)
- Basados, A., Cis, E. N., López, J. M., & Ensuncho, A. E. (2013). Química Nova. Química Nova, 36(9), 1308–1317. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900004>
- Cambizaca Mora, G. del P., Castañeda Abascal, I., & Sanabria, G. (2015). Sobre peso, obesidad y diabetes mellitus 2 en adolescentes de América Latina en 2000-2010. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 31(2), 217–231.
- Flores-Holguín, N., Frau, J., & Glossman-Mitnik, D. (2023). Understanding the chemical reactivity and biological properties of patellamides using theoretical and computational methods. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1229, 113965. <https://doi.org/10.1016/j.comptc.2023.113965>
- Garrido de Castro, L. (2014). Inhibidores de glucosidasas en alimentos. [Documento de referencia].
- Jiménez, G., Guerrero, R., Porras, J. L., & Vivas, R. (2001). Biological screening of plants of the Venezuelan Amazons. *Journal of Ethnopharmacology*, 77(1), 77–83. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00269-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00269-5)
- Lim, J., Ferruzzi, M. G., & Hamaker, B. R. (2022). Structural requirements of flavonoids for the selective inhibition of α -amylase versus α -glucosidase. *Food Chemistry*, 370, 130989. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130989>
- Ortiz-Andrade, R., Cárdenas, R., Villalobos-Molina, R., Castillo-España, P., Estrada-Soto, S., & Medina-Franco, J. L. (2012). Antidiabetic effects of *Justicia spicigera* Schltdl (Acanthaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 143(2), 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.046>
- Sim, L., Quezada-Calvillo, R., Sterchi, E. E., Nichols, B. L., & Rose, D. R. (2008). Human intestinal maltase-glucoamylase: Crystal structure of the N-terminal catalytic subunit and basis of inhibition and substrate specificity. *Journal of Molecular Biology*, 375(3), 782–792. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2007.10.071>
- Velásquez, M., Drosos, J., Gueto, C., Márquez, J., & Vivas-Reyes, R. (2013). Autodock-PM6 method to choose the better pose in molecular docking studies. *Revista Colombiana de Química*, 42(1), 1–8. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v42n1.37942>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-107>

COMPORTAMIENTO OPERACIONAL DE LA SOLDADURA HÚMEDA POR ARCO CON NÚCLEO DE FUNDENTE A BASE DE NÍQUEL

Castellanos Gonzalez, Orlando Mauricio

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

mauricio.castellanos@posgrad.ufsc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-4490>

Moreno Uribe, Andrés Mauricio

Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde (Materials Science)
Hanover, Alemania

uribe@iw.uni-hannover.de

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6717-0782>

Rodríguez Arias, Ariel

Universidad Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil

arielra@demec.ufmg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6213-0076>

Gonçalves e Silva, Regis Henrique

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

regis.silva@ufsc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0660-6495>

Sanchez Quintana, Duvan

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

dsanchezq@ufpso.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2971-3453>

Sanchez Lobo, Eduardo Jose

Universidad Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil

ejsanchezl@ufpso.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5094-2499>

RESUMEN

El crecimiento sostenido de la industria petrolera brasileña ha incrementado el interés en los procesos de soldadura subacuática, impulsado por la necesidad de construcción y reparación de estructuras marinas. En particular, la soldadura húmeda destaca por permitir la ejecución de uniones en contacto directo con el agua, lo que contribuye a reducir costos y tiempos operativos. En este contexto, la soldadura por arco con alambre tubular con núcleo de fundente (FCAW) se presenta como una alternativa viable para trabajos de mantenimiento submarino que requieren

alta productividad y calidad. Con este propósito, en el presente estudio se desarrolló un alambre tubular autoprotegido con un 60% de níquel en peso, y se realizaron cordones de soldadura utilizando una fuente de tensión constante. El diseño experimental adoptado consideró dos factores con dos niveles: profundidad (0.3 m y 30 m) y polaridad (directa e inversa). Los resultados mostraron que la estabilidad del arco se deteriora con el aumento de la profundidad, especialmente bajo polaridad directa. Asimismo, un modelo de regresión reveló mayores valores de hidrógeno difusible en la polaridad directa y en corrientes más altas. En conclusión, el alambre tubular con núcleo de fundente desarrollado demostró calidad superficial aceptable en aguas poco profundas y menor contenido de hidrógeno difusible respecto a consumibles reportados en la literatura.

Palabras clave: Alambre tubular autoprotegido, consumible austenítico, hidrógeno difusible, polaridad, presión hidrostática.

ABSTRACT

The sustained growth of the Brazilian oil industry has increased interest in underwater welding processes, driven by the need to construct and repair marine structures. In particular, wet welding stands out for enabling joints in direct contact with water, thereby reducing costs and operational time. In this context, flux-cored arc welding (FCAW) emerges as a promising alternative for underwater maintenance operations that demand high productivity and weld bead quality. For this purpose, a self-shielded flux-cored wire containing 60 wt. % nickel was developed, and weld beads were produced using a constant voltage source. The experimental design considered two factors at two levels: depth (0.3 m and 30 m) and polarity (direct and reverse). The results showed that arc stability deteriorated with increasing depth, especially under direct polarity. Furthermore, a regression model revealed higher diffusible hydrogen levels under direct polarity and at higher welding currents. In conclusion, the developed flux-cored wire demonstrated acceptable surface quality in shallow water and lower diffusible hydrogen content compared to consumables reported in the literature.

Keywords: Austenitic consumable, diffusible hydrogen, polarity, hydrostatic pressure, self-shielded tubular wire.

1. INTRODUCCIÓN

La soldadura subacuática húmeda constituye una tecnología esencial para la reparación y mantenimiento de estructuras en contacto directo con el agua, ya que, elimina la necesidad de aislamiento del entorno, a diferencia de la soldadura en seco. Esta característica reduce costos y tiempos operativos, aunque plantea desafíos como la presencia de hidrógeno y oxígeno disociados del agua, altas tasas de enfriamiento e inestabilidad del arco eléctrico. Ante estas limitaciones, se han propuesto alternativas que mejoren la eficiencia y calidad del proceso. En este contexto, la soldadura por arco con núcleo de fundente a base de níquel se presenta como una opción prometedora, gracias al uso de un alambre tubular continuo y autoprotegido que aumenta la productividad, conserva la calidad del cordón y reduce el hidrógeno difusible en el metal de soldadura. Este estudio evalúa la influencia de la polaridad y la profundidad en el desempeño de un alambre tubular experimental con 60% de níquel, con el fin de analizar su potencial en aplicaciones de reparación subacuática.

2. MARCO CONCEPTUAL

La soldadura manual con electrodo revestido (SMAW) es la técnica más común en ambientes subacuáticos húmedos, pero la sustitución frecuente del electrodo en función de su consumo, disminuye la productividad y puede afectar la uniformidad del cordón (Cisquini et al., 2024). En este sentido, la soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW) surge como alternativa prometedora, respaldada por un número creciente de investigaciones y aplicaciones (Castellanos-Gonzalez et al., 2024). Este método emplea un alambre tubular autoprotegido de

alimentación continua, lo que incrementa la productividad y mantiene la calidad del cordón (Castellanos-Gonzalez et al., 2022). Además, ofrece la posibilidad de automatización, lo que facilita su uso a mayores profundidades y mejora la seguridad en proyectos de reparación (Castellanos-Gonzalez et al., 2025). Al igual que el electrodo revestido, el alambre tubular permite modificar la composición del fundente para añadir elementos que confieran propiedades específicas al metal de soldadura (Castellanos-Gonzalez et al., 2021). Entre ellos, el níquel ha demostrado gran relevancia. Según Li et al. (2016), este elemento favorece la formación de austenita a temperatura ambiente, la cual presenta mayor solubilidad de hidrógeno que la ferrita, reduciendo el riesgo de agrietamiento en frío (Gonçalves, 2016). Asimismo, la adición de níquel mejora tanto las propiedades metalúrgicas como las mecánicas de las uniones soldadas (Martin et al., 2011; Vaccari et al., 2025).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y alcance correlacional, orientado a analizar la influencia de la profundidad y la polaridad en la estabilidad del proceso de soldadura húmeda. Los cordones se depositaron en posición plana dentro de una cámara hiperbárica con agua dulce, simulando profundidades de 0.3 m y 30 m. Se utilizó un dispositivo semiautomático para controlar la velocidad de soldadura y alimentación del alambre, manteniendo la antorcha a 90° respecto al metal base, conforme a la bancada experimental descrita por Assunção & Bracarense (2023). El consumible fue un alambre tubular autoprotegido de 1.6 mm, desarrollado en laboratorio con un 60% de níquel en el fundente. Como metal base se emplearon placas de acero ASTM AH36 de 19 mm de espesor, cuya composición química está reportada por Castellanos-Gonzalez (2024). El diseño experimental adoptado consideró los factores de profundidad (0.3 m y 30 m) y polaridad (directa e inversa). Los parámetros fijos fueron: tensión del arco de 28 V, alimentación de 4.4 m/min, velocidad de soldadura de 25 cm/min y stick-out de 30 mm. Las señales de corriente y tensión del arco se registraron para evaluar la estabilidad, y el hidrógeno difusible fue analizado mediante regresión lineal múltiple siguiendo la metodología de Castellanos-Gonzalez (2024).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la profundidad influye de manera significativa en la estabilidad del arco y en la calidad de la soldadura. Al aumentar de 0.3 m a 30 m, la corriente media se incrementó en un 36%, mientras que el coeficiente de variación de la corriente (KvI), indicador de inestabilidad, aumentó de 22.8% a 36%. Este fenómeno se atribuye a la constricción del arco debido al aumento de la presión hidrostática, lo que deteriora la estabilidad del proceso (Moreno-Urbe et al., 2020). Asimismo, los ciclogramas U-I permitieron evaluar la estabilidad comparando las áreas de dispersión de puntos. El área I corresponde a la extinción del arco, el área II a la combustión estable y el área III a la región de cortocircuito (Suban & Tusek, 2003). A mayor profundidad, se observó una expansión del área III y una mayor dispersión en el área II, evidenciando inestabilidad, especialmente bajo polaridad directa a 30 m. Los cordones obtenidos a 0.3 m presentaron buena calidad superficial, sin porosidad y con adecuado ángulo de humectabilidad en ambas polaridades. Sin embargo, a 30 m se registró mayor socavado y defectos superficiales, principalmente con polaridad DCEN. Estos resultados coinciden con lo reportado por Cheng et al. (2018), quienes relacionaron el incremento de profundidad con la pérdida de calidad del cordón de soldadura.

Figura 1

Efecto de la profundidad en los valores medios de la corriente y coeficiente de variación de la corriente (KvI)

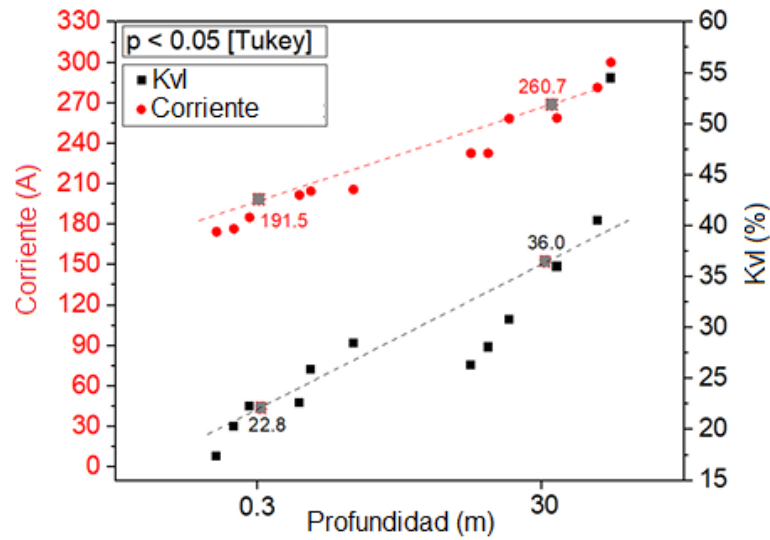
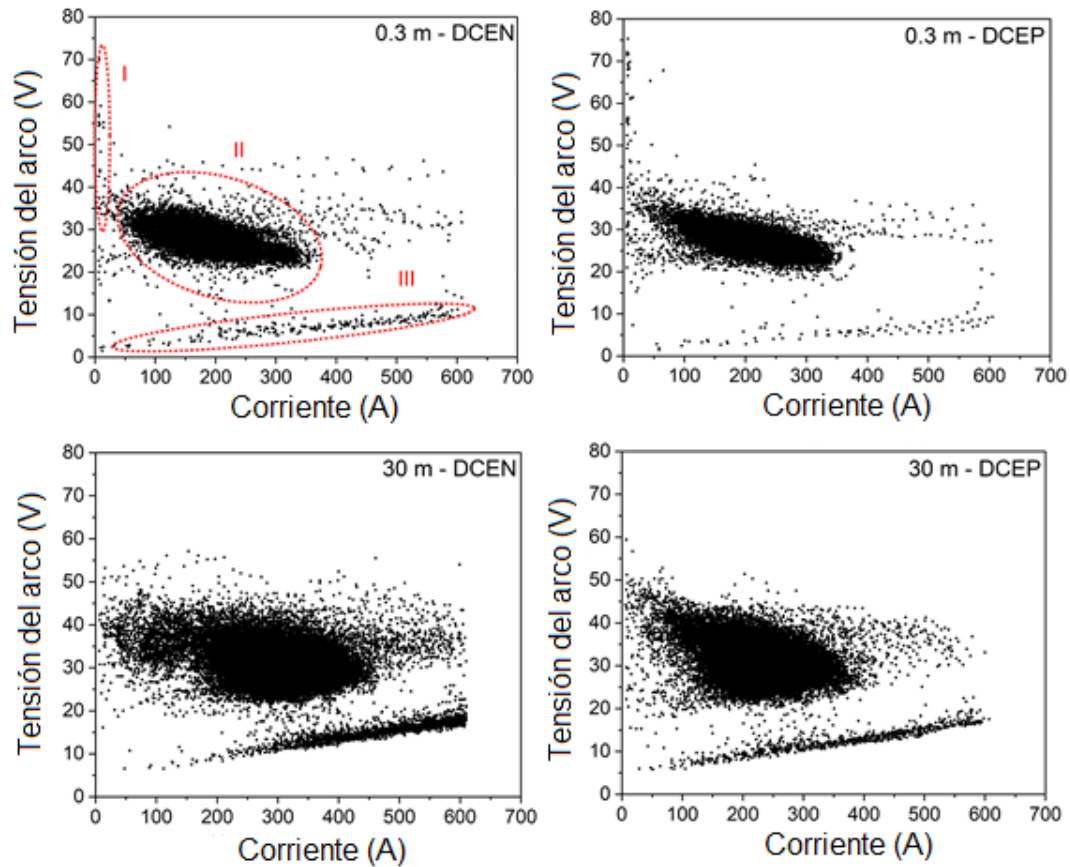


Figura 2

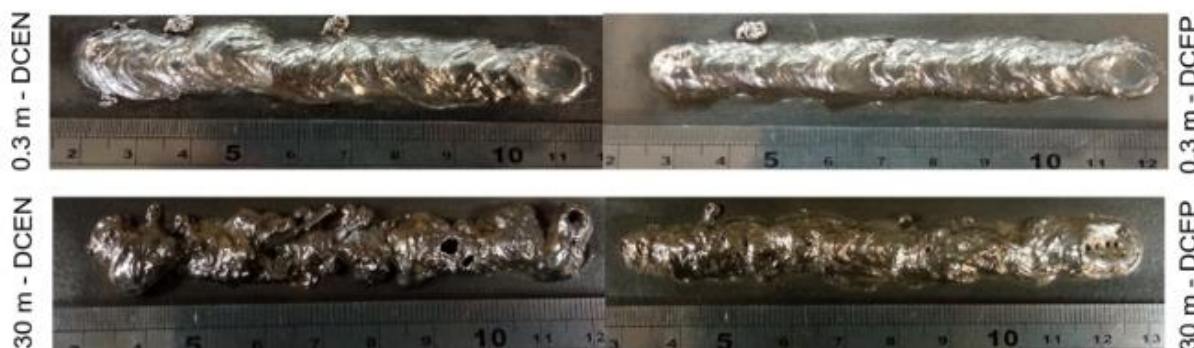
Ciclogramas U-I por cada combinación de profundidad y polaridad investigadas.



Nota. Se realizaron 12 ensayos (2 factores $\times$ 2 niveles $\times$ 3 réplicas), sin embargo, solo se presenta un ciclograma U-I representativo por combinación de profundidad y polaridad, a fin de simplificar el análisis. DCEN: Polaridad directa, DCEP: Polaridad inversa.

Figura 3

Cordones de soldadura por cada combinación de profundidad y polaridad investigadas.



Nota. Se realizaron 12 ensayos, pero solo se presenta un cordón de soldadura representativo por cada combinación de profundidad y polaridad para simplificar el análisis.

El análisis de regresión identificó la polaridad como el factor más influyente: al pasar de polaridad directa a inversa, el hidrógeno difusible se redujo en promedio para la misma corriente. Corrientes más altas, en cambio, incrementaron su contenido (Ecuación 1). A pesar del tamaño limitado de la muestra, el modelo alcanzó un $R^2 = 0,807$. Los valores obtenidos con el alambre tubular desarrollado (Tabla 1) fueron inferiores a los reportados para consumibles rutilicos y básicos (Klett et al., 2020; Ozaki et al., 1977), y comparables a los de electrodos austeníticos (Klett & Hassel, 2020). Estos resultados confirman que la adición de níquel es eficaz para reducir el hidrógeno difusible, ofreciendo potencial en soldadura húmeda.

$$Hdif = 13.64 - 4.053 * Polaridad + 0.0478 * Corriente \quad (1)$$

Tabla 1

Contenido de hidrógeno difusible en el metal de soldadura

Profundidad	Polaridad	Hidrógeno difusible (mL/100g)	
		Valor medio	Desviación estándar
0.3	DCEN	26.3	2.8
0.3	DCEP	18.4	2.0
30	DCEN	31.1	0.3
30	DCEP	22.0	2.3

5. CONCLUSIONES

La profundidad operativa mostró ser un factor decisivo en el desempeño de la soldadura húmeda con alambre tubular a base de níquel. A 30 m, la estabilidad del proceso se vio fuertemente comprometida, reflejada en un aumento de la corriente media y del coeficiente de variación. No obstante, el consumible desarrollado logró niveles de hidrógeno considerablemente inferiores a los de electrodos registrados por otros investigadores. Además, la polaridad inversa redujo el hidrógeno difusible en relación a la directa, consolidando el potencial de este consumible para reparaciones subacuáticas, especialmente en aguas poco profundas.

REFERENCIAS

- Assunção, M., & Bracarense, A. (2023). A novel strategy to improve melting efficiency and arc stability in underwater FCAW via contact tip air chamber. *Journal of Manufacturing Processes*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2023.08.054>
- Castellanos-Gonzalez, O. M. (2024). *A study of the effect of pulsed current parameters in wet welding with a coated electrode* [Monografía de maestría, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil]. <http://hdl.handle.net/1843/73872>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Moreno-Urbe, A. M., Rodríguez, A., & Jácome, J. (2022). Particularidades de la transferencia metálica y la aplicación de corriente pulsada en soldadura submarina. *Revista UIS Ingenierías*, 21(4), 1–14. <https://doi.org/10.18273/revuin.v21n4-2022001>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Moreno-Urbe, A. M., Sanchez-Lobo, E., Rodriguez, A., Silva, R. H. G., & Hassel, T. (2025). Pulsed shielded metal arc welding: A new approach for underwater applications. *Welding in the World*. <https://doi.org/10.1007/s40194-025-02095-2>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Prada, G., Moreno-Urbe, A. M., Rodríguez, A., & Jácome, J. (2021). Manufactura de alambre tubular autoprotegido y evaluación de condiciones operacionales en soldadura submarina. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 167–179. <https://doi.org/10.17081/invinno.9.1.4015>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Sanchez-Lobo, E. J., Fydrych, D., Silva, B., Fagundes, J. G., & Moreno-Urbe, A. M. (2024). Operational performance and weld bead characteristics of experimental tubular-wires for underwater welding. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 18(8), 433–447. <https://doi.org/10.12913/22998624/193525>.
- Chen, H., Guo, H., Shi, X., Du, Y., Feng, J., & Wang, G. (2018). Effect of hydrostatic pressure on protective bubble characteristic and weld quality in underwater flux-cored wire wet welding. *Journal of Materials Processing Technology*, 259, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.04.037>.
- Cisquini, P., Sanchez-Lobo, E., Moreno-Urbe, A., Pessoa, E. C. P., Bracarense, A. Q., & Lins, V. F. C. (2024). Corrosion resistance of underwater wet welds produced with a new oxyrutil electrode: Influence of polarity, welding current, and depth. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 46, 601. <https://doi.org/10.1007/s40430-024-05178-1>.
- Gonçalves, A. (2016). *Análise exploratória das características metalúrgicas de soldas subaquáticas molhadas realizadas com eletrodos inoxidáveis austeníticos em aço estrutural* [Monografía de maestría, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil].
- Klett, J., & Hassel, T. (2020). Reducing the risk of hydrogen-induced cold cracks in hyperbaric wet welding of high strength steels by using austenitic welding consumables. *Welding and Cutting*, 19(1), 54–60.
- Klett, J., Mattos, I., Hans, J., Gonçalves, R., & Hassel, T. (2020). Control of the diffusible hydrogen content in different steel phases through the targeted use of different welding consumables in underwater wet welding. *Materials and Corrosion*, 72(2), 504–516. <https://doi.org/10.1002/maco.202011963>
- Li, H. L., Liu, D., Yan, Y. T., Guo, N., & Feng, J. C. (2016). Microstructural characteristics and mechanical properties of underwater wet flux-cored wire welded 316L stainless steel joints. *Journal of Materials Processing Technology*, 238, 423–430. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2016.08.001>
- Martin, M., Weber, S., Izawa, C., Wagner, S., Pundt, A., & Theisen, W. (2011). Influence of machining-induced martensite on hydrogen-assisted fracture of AISI type 304 austenitic stainless steel. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(17), 11195–11206.

- Moreno-Urbe, A. M., Bracarense, A. Q., & Pessoa, E. C. (2020). The effect of polarity and hydrostatic pressure on operational characteristics of rutile electrode in underwater welding. *Materials*, 13(21), 5001. <https://doi.org/10.3390/ma13215001>
- Ozaki, H., Naiman, J., & Masubuchi, K. (1977). A study of hydrogen cracking in underwater steel welds. *Welding Journal*, 56(8), 231s–237s.
- Suban, M., & Tusek, J. (2003). Methods for the determination of arc stability. *Journal of Materials Processing Technology*, 143, 430–437.
- Vaccari, L., Klett, J., Scheithauer, T., Hassel, T., & Maier, H. (2025). Development of a carbon equivalent formula for underwater wet welding. *Welding in the World*, 69, 751–760.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-108>

EFECTO DE LA CORRIENTE PULSADA SOBRE LA ESTABILIDAD DEL ARCO EN SOLDADURA HÚMEDA CON ELECTRODO REVESTIDO

Castellanos Gonzalez, Orlando Mauricio

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

mauricio.castellanos@posgrad.ufsc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-4490>

Moreno Uribe, Andrés Mauricio

Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde (Materials Science)
Hanover, Alemania

uribe@iw.uni-hannover.de

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6717-0782>

Rodríguez Arias, Ariel

Universidad Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil

arielra@demec.ufmg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6213-0076>

Gonçalves e Silva, Regis Henrique

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

regis.silva@ufsc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0660-6495>

Sanchez Quintana, Duvan

Universidad Federal de Santa Catarina, LABSOLDA
Florianópolis, Brasil

dsanchezq@ufpso.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2971-3453>

Sanchez Lobo, Eduardo Jose

Universidad Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil

ejsanchezl@ufpso.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5094-2499>

RESUMEN

La soldadura a arco con electrodo revestido continúa siendo la técnica predominante para la reparación de estructuras submarinas. No obstante, enfrenta desafíos operacionales como la inestabilidad del arco provocada por la constricción del arco a medida que aumenta la profundidad de operación y por el rápido enfriamiento debido al contacto directo con el agua. Con el fin de mitigar estas limitaciones, este estudio evalúa la aplicación de corriente pulsada. Fueron depositados cordones de soldadura en una cámara hiperbárica a 0.3 y 30 m de profundidad, en

polaridad directa e inversa, utilizando una fuente de poder con control electrónico de la corriente que permitió aplicar modulación pulsada manteniendo constante la corriente media. Los resultados muestran que la tensión de arco disminuye con la profundidad, siendo más elevada en polaridad inversa. Asimismo, la inestabilidad, medida a través de la desviación estándar de la tensión, aumentó tanto con la profundidad como con mayores amplitudes de corriente. Se comprobó que el incremento de la frecuencia de pulso constituye una estrategia eficaz para reducir la inestabilidad del arco, especialmente en aguas poco profundas, al disminuir la desviación estándar de la tensión. En conclusión, los hallazgos confirman que la corriente pulsada representa una alternativa prometedora para mejorar la estabilidad del arco, la operabilidad y el control del proceso en soldadura submarina.

Palabras clave: Corriente modulada, electrodo revestido, estabilidad del arco, frecuencia de pulso, soldadura subacuática.

ABSTRACT

Shielded metal arc welding (SMAW) remains the predominant technique for repairing underwater structures. However, it faces operational challenges such as arc instability caused by arc constriction with increasing operating depth and by the rapid cooling effect due to direct contact with water. To address these limitations, this study evaluates the application of pulsed current. Bead-on-plate welds were deposited inside a hyperbaric chamber at depths of 0.3 m and 30 m, using both straight and reverse polarity. An electronically controlled power source enabled the application of pulsed waveform modulation while maintaining the same average current. The results show that arc voltage decreases with depth, with higher values observed under reverse polarity. Moreover, instability, quantified by the standard deviation of arc voltage, increases with both depth and higher current amplitudes. It was demonstrated that increasing pulse frequency is an effective strategy to mitigate arc instability, particularly in shallow water, by reducing the standard deviation of arc voltage. In conclusion, the findings confirm that pulsed current represents a promising approach to improve arc stability, operability, and process control in underwater welding.

Keywords: Arc stability, coated electrode, modulated current, pulse frequency, underwater welding.

1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura submarina, que incluye desde plataformas petroleras hasta oleoductos y estructuras de energía renovable, constituye un componente esencial de la economía global. Sin embargo, estas construcciones están sometidas a la presión hidrostática y condiciones operacionales adversas, lo que hace inevitable la ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación. En este contexto, la soldadura húmeda con electrodo revestido se mantiene como la solución más práctica y económicamente viable, al permitir que los soldadores trabajen directamente en el medio acuático sin recurrir a costosas cámaras secas. No obstante, esta técnica enfrenta limitaciones significativas. El contacto directo del arco con el agua provoca rápido enfriamiento e inestabilidad, factores que comprometen la calidad del cordón depositado. Entre las estrategias emergentes para enfrentar este desafío, la aplicación de corriente pulsada se presenta como una alternativa prometedora. Este enfoque, posible gracias al desarrollo de fuentes de poder electrónicas avanzadas, permite modular la corriente de forma controlada, ofreciendo ventajas significativas para la mejora del proceso. En este sentido, el presente trabajo se centra en evaluar el potencial de la corriente pulsada como técnica de control para incrementar la estabilidad del arco en condiciones subacuáticas, con el objetivo de consolidar procedimientos de soldadura más confiables y eficientes.

2. MARCO CONCEPTUAL

La soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW) es la técnica más difundida en reparaciones submarinas debido a su simplicidad, bajo costo y facilidad de aplicación en campo (Castellanos-Gonzalez et al., 2021). Sin embargo, su desempeño se ve fuertemente limitado por la inestabilidad del arco, fenómeno que se intensifica con el aumento de la presión hidrostática y al efecto de enfriamiento acelerado debido a el contacto con el agua (Castellanos-Gonzalez et al., 2025). Diversos estudios han demostrado que variables como la polaridad, las características del electrodo y la profundidad influyen en la estabilidad del arco (Moreno-Urbe et al., 2017). En este contexto, ha surgido un creciente interés en el desarrollo de tecnologías orientadas a controlar las oscilaciones de tensión y a mitigar la inestabilidad generada por el intenso intercambio de calor con el medio acuático (Castellanos-Gonzalez et al., 2022a). Dentro de estas alternativas, la corriente pulsada surge con gran potencial de aplicación. Ampliamente utilizada en procesos como GMAW y GTAW para optimizar el control del arco y el aporte térmico, la corriente pulsada permite regular la dinámica de transferencia metálica y la distribución de energía mediante modulación electrónica (Modenesi & Moreno-Urbe, 2022). Su incorporación a la soldadura SMAW en ambiente subacuático, aunque poco explorada, ha mostrado resultados interesantes: una disminución de la desviación estándar de la tensión de arco y una mayor estabilidad operativa, particularmente en condiciones de aguas poco profundas (Castellanos-Gonzalez et al., 2022b; Moreno-Urbe et al., 2024). De esta manera, el uso de corriente pulsada se perfila como una estrategia para mejorar la calidad y la confiabilidad de la soldadura húmeda, constituyendo una herramienta clave para superar las limitaciones tradicionales del proceso en entornos marinos exigentes (Castellanos-Gonzalez, 2024).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo empleó una metodología experimental para la obtención de los cordones de soldadura y un enfoque estadístico para analizar la influencia de los parámetros en la tensión del arco y su desviación estándar. Los cordones fueron depositados en posición plana dentro de una cámara hiperbárica diseñada para simular condiciones de 0.3 y 30 m de profundidad. Se utilizó un electrodo revestido de tipo rutílico-oxidante de 3.25 mm de diámetro y placas de acero AH-36 de 19 mm de espesor como metal base. La fuente de poder empleada permitió un control electrónico preciso de los parámetros de corriente pulsada (En la Tabla 1 son mostrados los valores configurados). La señal de tensión del arco fue registrada a una frecuencia de 5000 Hz mediante un sistema de adquisición de datos. La tasa de fusión del electrodo, expresada en mm/s, se determinó dividiendo la longitud del electrodo consumido (mm) por el tiempo total de soldadura (s). El diseño experimental consideró cuatro factores: amplitud de la corriente (40 A y 100 A), frecuencia de pulso (10 Hz y 125 Hz), polaridad (directa e inversa) y profundidad (0.3 m y 30 m), siendo ejecutadas tres réplicas para combinación de los factores. Todos los parámetros fueron configurados de manera que la corriente media se mantuviera constante en 150 A. Finalmente, los resultados fueron analizados mediante modelos de regresión lineal, siguiendo la metodología propuesta por Castellanos-Gonzalez (2024).

Tabla 1

Parámetros de corriente pulsada utilizados en los experimentos

Amplitud de corriente (A)	Frecuencia de pulso (Hz)	Corriente de pulso – I_p (A)	Corriente de base – I_b (A)	Tiempo de pulso – t_p (ms)	Tiempo de base – t_b (ms)
40	10	170	130	50	50
40	125	170	130	4	4
100	10	200	100	50	50
100	125	200	100	4	4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 presenta los modelos de regresión lineal obtenidos. La Figura 1 muestra que, al pasar de polaridad directa (DCEN) a inversa (DCEP), la tensión del arco aumentó de 22.6 V a 24.6 V, en concordancia con Tsai & Masubuchi (1977), quienes lo atribuyeron a la mayor longitud de arco asociada a DCEP. En contraste, el incremento de la profundidad redujo el valor medio en un 12.4 %. Asimismo, mayores tasas de fusión generaron un aumento de 20 % en el valor medio, efecto explicado por Castellanos-Gonzalez et al. (2022b) como consecuencia del mayor consumo instantáneo de electrodo, que incrementa la distancia entre la punta y el charco de soldadura.

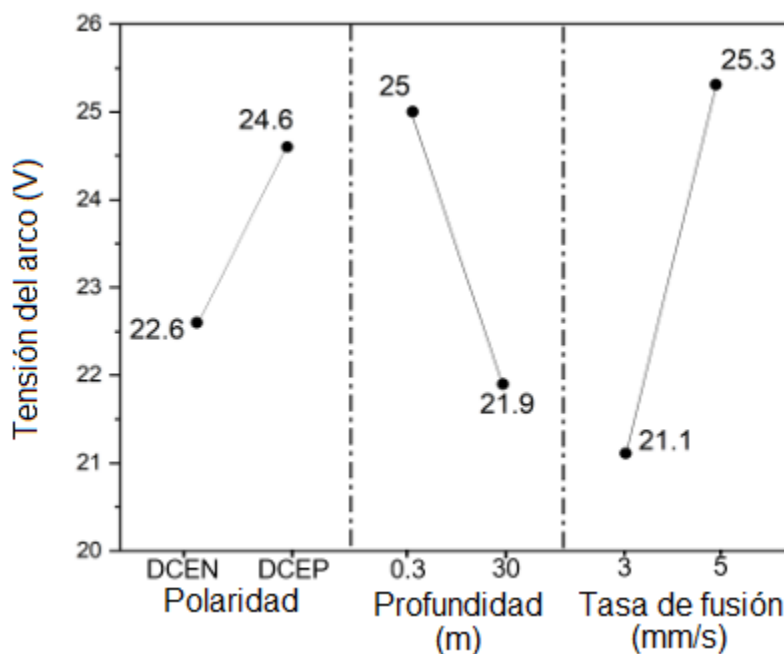
Tabla 2

Modelos de regresión obtenidos para la tensión del arco y su desviación estándar

Modelos de regresión	R ²
Tensión del arco = 17.39 + 0.941 Polaridad - 0.1016 profundidad + 1.881 tasa de fusión	90.07 %
Desviación estándar de la tensión del arco = 2.233 + 0.03278 Amplitud de la corriente - 0.3048 Polaridad - 0.000203 Amplitud de la corriente *frecuencia de pulso + 0.000376 frecuencia de pulso*profundidad	88.37%

Figura 1

Efecto de la polaridad, profundidad y tasa de fusión en el valor medio de la tensión del arco



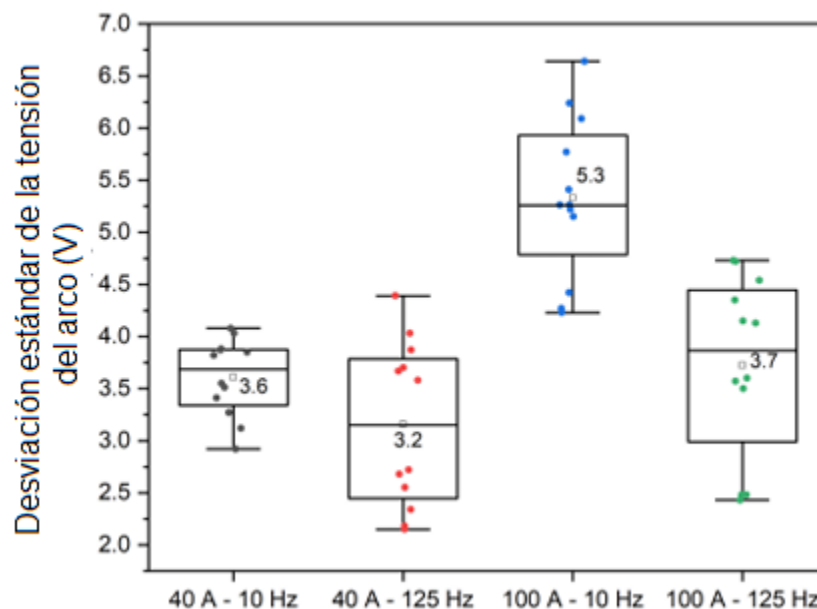
Nota. Los valores presentados corresponden a medias ajustadas, calculadas de manera que reflejan únicamente efectos estadísticamente significativos.

La Figura 2 muestra que, a mayor amplitud de corriente, los valores medios de desviación estándar aumentan, indicando mayor inestabilidad del arco. Esto se debe a que la corriente base de 100 A resulta insuficiente para mantener una fusión estable y favorece el incremento de cortocircuitos que perturban el arco. Sin embargo, al elevar la frecuencia de pulso a 125 Hz, la desviación estándar se redujo significativamente. Frecuencias más altas atenúan las oscilaciones de tensión del arco propias del entorno acuático y, mediante la aplicación periódica

de pulsos de corriente, se evitan caídas pronunciadas, logrando una señal más estable y con menor dispersión, en concordancia con Pope et al. (1998). La Figura 3 muestra que el efecto del aumento de la frecuencia de pulso en la desviación estándar media de la tensión es menos pronunciado a 30 m de profundidad que en aguas poco profundas (0.3 m). A 0.3 m, elevar la frecuencia reduce la desviación estándar en un 39 %, mientras que a 30 m solo se logra un 9 %. Esto coincide con Chen et al. (2018), quienes observaron que la variación de la tensión aumenta con la profundidad debido a perturbaciones inducidas por la presión hidrostática. De manera similar, Moreno-Urbe et al. (2020) señalan que la constricción del arco compromete la estabilidad del proceso. La Figura 4 muestra que cambiar la polaridad de DCEN a DCEP reduce la desviación estándar media de la tensión en un 14 %. Castellanos-Gonzalez et al. (2024) reportaron mayor inestabilidad y más cortocircuitos en DCEN durante soldadura húmeda con núcleo fundente.

Figura 2

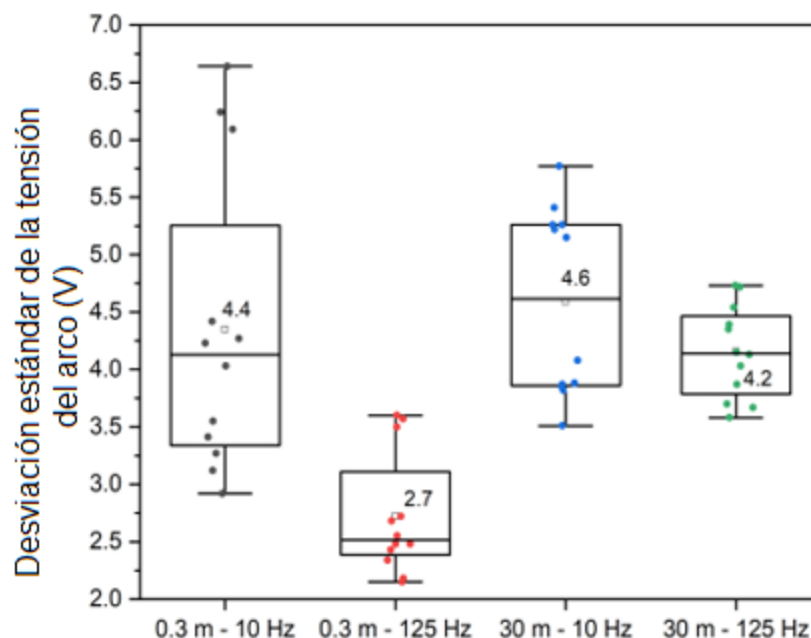
Efecto de la amplitud de corriente y la frecuencia de pulso en el valor medio de la desviación estándar de la tensión del arco



Nota. Los valores presentados corresponden a medias ajustadas, calculadas de manera que reflejan únicamente efectos estadísticamente significativos.

Figura 3

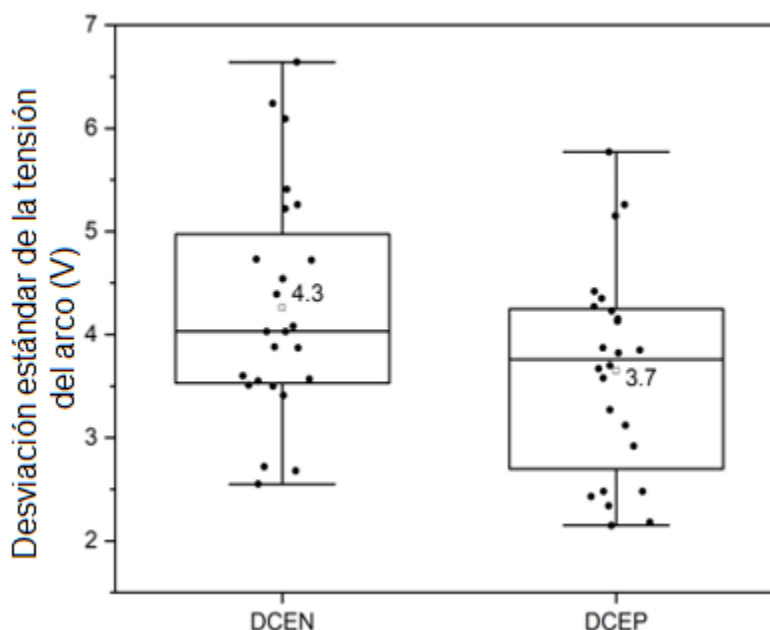
Efecto de la frecuencia de pulso y la profundidad en el valor medio de la desviación estándar de la tensión del arco



Nota. Los valores presentados corresponden a medias ajustadas, calculadas de manera que reflejan únicamente efectos estadísticamente significativos.

Figura 4

Efecto de la polaridad en el valor medio de la desviación estándar de la tensión del arco



Nota. Los valores presentados corresponden a medias ajustadas, calculadas de manera que reflejan únicamente efectos estadísticamente significativos.

5. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la corriente pulsada constituye una herramienta efectiva para mejorar la estabilidad del arco en soldadura húmeda con electrodo revestido. La desviación

estándar de la tensión del arco aumenta con la amplitud de corriente, reflejando mayor inestabilidad, mientras que el incremento de la frecuencia de pulso atenúa estas oscilaciones, estabilizando la señal incluso a corriente base menores. La efectividad de la modulación pulsada disminuye con la profundidad, observándose reducciones menores de desviación estándar a 30 m que a 0.3 m, lo que evidencia el impacto de la presión hidrostática en la dinámica del arco. Asimismo, la polaridad DCEP contribuye a una menor inestabilidad en comparación con DCEN. En conjunto, estos hallazgos confirman que la corriente pulsada permite controlar las perturbaciones inducidas por el medio acuático, optimizando la operabilidad del proceso y ofreciendo una estrategia práctica para aumentar la confiabilidad y la calidad de la soldadura submarina, especialmente en aplicaciones críticas.

REFERENCIAS

- Castellanos-Gonzalez, O. M. (2024). *A study of the effect of pulsed current parameters in wet welding with a coated electrode* [Monografía de maestría, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil]. <http://hdl.handle.net/1843/73872>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Moreno-Urbe, A. M., Rodríguez, A., & Jácome, J. (2022a). Particularidades de la transferencia metálica y la aplicación de corriente pulsada en soldadura submarina. *Revista UIS Ingenierías*, 21(4), 1–14. <https://doi.org/10.18273/revuin.v21n4-2022001>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Moreno-Urbe, A. M., Sanchez-Lobo, E., Rodriguez, A., Silva, R. H. G., & Hassel, T. (2025). Pulsed shielded metal arc welding: A new approach for underwater applications. *Welding in the World*. <https://doi.org/10.1007/s40194-025-02095-2>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Prada, G., Moreno-Urbe, A. M., Rodríguez, A., & Jácome, J. (2021). Manufactura de alambre tubular autoprotegido y evaluación de condiciones operacionales en soldadura submarina. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 167–179. <https://doi.org/10.17081/invinno.9.1.4015>.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Rodriguez, A., & Gonçalves, R. (2022b). *Análise exploratória do comportamento da tensão do arco na soldagem molhada com eletrodos revestidos utilizando uma fonte eletrônica especializada* [Apresentação de artigo, Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFMG], Belo Horizonte, Brasil.
- Castellanos-Gonzalez, O. M., Sanchez-Lobo, E. J., Fydrych, D., Silva, B., Fagundes, J. G., & Moreno-Urbe, A. M. (2024). Operational performance and weld bead characteristics of experimental tubular-wires for underwater welding. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 18(8), 433–447. <https://doi.org/10.12913/22998624/193525>.
- Chen, H., Guo, H., Shi, X., Du, Y., Feng, J., & Wang, G. (2018). Effect of hydrostatic pressure on protective bubble characteristic and weld quality in underwater flux-cored wire wet welding. *Journal of Materials Processing Technology*, 259, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.04.037>.
- Modenesi, P. J., & Moreno-Urbe, A. M. (2022). *Introduction to the physics of the electric arc and its application to the welding of metals*. Ecoe Ediciones.
- Moreno-Urbe, A. M., Bracarense, A. Q., & Pessoa, E. C. (2020). The effect of polarity and hydrostatic pressure on operational characteristics of rutile electrode in underwater welding. *Materials*, 13(21), 5001. <https://doi.org/10.3390/ma13215001>
- Moreno-Urbe, A. M., Bracarense, A. Q., Pessoa, E. C. P., & Santos, V. R. (2017). Influência da polaridade sobre a estabilidade do processo de soldagem subaquática molhada com eletrodo revestido. *Soldagem & Inspeção*, 22(4), 29–41. <https://doi.org/10.1590/0104-9224/SI2204.13>

- Moreno-Urbe, A. M., Vaccari, L., Bracarense, A. Q., Maier, H. J., & Hassel, T. (2024). Operational performance and metal droplet formation in pulsed-shielded metal arc underwater welding. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 24, 94. <https://doi.org/10.1007/s43452-024-00916-7>
- Pope, A. M., Teixeira, J. C., Baixo, C., Teichmann, E., & Dutra, J. (1998). *Influence of power supply dynamic response on underwater wet welding arc stability* [Presentación de artículo]. 17th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (OMAE), Lisboa, Portugal.
- Tsai, C. L., & Masubuchi, K. (1977). *Interpretive report on underwater welding* (No. 224). Welding Research Council.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-109>

OPTIMIZACIÓN DE LAS CINÉTICAS DE SECADO POR CONVECCIÓN EN VEGETALES DE GUANAJUATO, MÉXICO, MEDIANTE CONTROL DIFUSO Y SENSORES IOT

Tabares Martinez, Juan Manuel

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

juan.tabares@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2437-4451>

Bravo Sánchez, Micael Gerardo

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

gerardo.bravo@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3083-4172>

Guzmán López, Adriana

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

adriana.guzman@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8862-2957>

Aceves Saborio, Salvador Martin

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

salvador.aceves@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8189-0572>

Barranco Gutiérrez, Alejandro Israel

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

israel.barranco@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5050-6208>

Martinez Nolasco, Juan José

Tecnológico Nacional de México (TecNM), Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Celaya, México

juan.martinez@itcelaya.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4080-1286>

RESUMEN

Este estudio aborda la optimización de las cinéticas de secado en la deshidratación de alimentos cultivados en el estado de Guanajuato, México, mediante secado por convección, con el objetivo de eficientar el proceso de secado y extender la vida útil de los alimentos al reducir su contenido de humedad. El sistema experimental implementado incluye un deshidratador de aire caliente

controlado por un microcontrolador ESP32, que gestiona la adquisición de datos en tiempo real mediante sensores IoT: celdas de carga con amplificador HX711 para medir la pérdida de peso, sensores de temperatura DS18B20 y sensor de humedad SHT31. La innovación principal reside en la aplicación de un controlador de lógica difusa para ajustar la temperatura del aire, logrando un control más preciso y adaptativo que optimiza las cinéticas de secado. El trabajo parte de ensayos experimentales utilizando masas iniciales de 2 kg de zanahoria, jícama y brócoli, representativas de la producción local, para evaluar la viabilidad y eficiencia del sistema, con la intención de replicar y escalar el proceso a nivel industrial. La innovación radica en la aplicación de un control de lógica difusa para la regulación precisa de la temperatura. Los resultados mostraron tiempos de deshidratación de 420 minutos para zanahoria, 360 minutos para jícama y 300 minutos para brócoli. En conclusión, esta investigación aporta un avance tecnológico significativo en la optimización de procesos de deshidratación de vegetales en Guanajuato, México, promoviendo estrategias que contribuyen a la conservación, seguridad alimentaria y sostenibilidad en la cadena agroindustrial.

Palabras clave: Cinéticas de secado, deshidratación de alimentos, lógica difusa, sensores IoT, secado por convección.

ABSTRACT

This study addresses the optimization of drying kinetics in the dehydration of foods grown in the state of Guanajuato, Mexico, using convection drying, with the aim of making the drying process more efficient and extending food shelf life by reducing its moisture content. The implemented experimental system includes a hot air dehydrator controlled by an ESP32 microcontroller, which manages real-time data acquisition using IoT sensors: load cells with an HX711 amplifier to measure weight loss, DS18B20 temperature sensors, and a SHT31 humidity sensor. The main innovation lies in the application of a fuzzy logic controller to adjust the air temperature, achieving more precise and adaptive control that optimizes drying kinetics. The work is based on experimental trials using initial 2 kg masses of carrots, jicama, and broccoli, representative of local production, to evaluate the viability and efficiency of the system, with the intention of replicating and scaling the process to an industrial level. The innovation lies in the application of fuzzy logic control for precise temperature regulation. The results showed dehydration times of 420 minutes for carrots, 360 minutes for jicama, and 300 minutes for broccoli. In conclusion, this research provides a significant technological advance in the optimization of vegetable dehydration processes in Guanajuato, Mexico, promoting strategies that contribute to conservation, food security, and sustainability in the agroindustrial chain.

Keywords: Drying kinetics, food dehydration, fuzzy logic, IoT sensors, convection drying.

1. INTRODUCCIÓN

La deshidratación de alimentos representa una de las técnicas más importantes en la conservación postcosecha de productos agrícolas, pues permite reducir significativamente el contenido de humedad, lo que limita la proliferación microbiana y retardar la degradación química y enzimática (Abbaspour-Gilandeh et al., 2025). El secado por convección, específicamente mediante aire caliente, es un método ampliamente utilizado debido a su versatilidad. Sin embargo, los procesos convencionales enfrentan retos relacionados con el control preciso de variables clave como temperatura y humedad. En este sentido, la implementación de tecnologías avanzadas de control es fundamental para mejorar la eficiencia energética y la calidad nutricional y sensorial de los productos deshidratados (Abioye et al., 2024).

Recientemente, la integración de sistemas inteligentes que combinan sensores IoT (Internet de las Cosas) con microcontroladores ha permitido la monitorización y control en tiempo real de los parámetros operativos en procesos de secado (El-Mesery et al., 2024). Plataformas como el ESP32 ofrecen capacidades de procesamiento y comunicación robustas, que facilitan la adquisición continua de datos críticos, tales como temperatura, humedad y pérdida de masa, lo que habilita la toma de decisiones automáticas (Charmongkolpradit et al., 2021).

La lógica difusa permite ajustar dinámicamente las condiciones del proceso, especialmente la temperatura del aire caliente, con el fin de optimizar las cinéticas de secado y reducir tiempos de secado (Abbaspour-Gilandeh et al., 2025). Además, la aplicación de técnicas de inteligencia artificial, incluyendo redes neuronales y sistemas neurodifusos, ha demostrado mejoras significativas en la predicción y control de procesos de secado complejos (Abioye et al., 2024; El-Mesery et al., 2024).

Este trabajo presenta la implementación y evaluación de un sistema experimental de deshidratación por aire caliente para vegetales cultivados en Guanajuato, controlado mediante lógica difusa y equipado con sensores IoT para la adquisición en tiempo real de datos operativos, con el propósito de analizar la viabilidad y eficiencia del sistema. Este enfoque busca aportar soluciones tecnológicas que contribuyan a la sostenibilidad y seguridad alimentaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon tres tipos de vegetales frescos cultivados en el estado de Guanajuato, México: zanahoria (*Daucus carota*), jícama (*Pachyrhizus erosus*) y brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Para cada vegetal, se prepararon muestras con masas iniciales de 2 kg, las cuales fueron cortadas en tamaños uniformes para asegurar la homogeneidad en la transferencia de calor y masa durante el proceso de secado. El corte específico se realizó en láminas de 3 mm de espesor promedio para zanahoria y jícama, y en floretes pequeños para el brócoli, considerando prácticas reportadas en la literatura para optimizar la cinética de secado (Abbaspour-Gilandeh et al., 2025; Malasli et al., 2025).

2.1 Sistema experimental

El proceso de secado se llevó a cabo en un secador por convección diseñado para la aplicación de aire caliente. El equipo cuenta con un ventilador para mantener un flujo constante de aire caliente a una velocidad promedio de 1.5 m/s dentro de la cámara de secado. La implementación de secadores con elementos resistivos para producción y almacenamiento de calor, ha mostrado mejoras en eficiencia energética y control del proceso (Kang et al., 2024).

Para el control y monitoreo del proceso se utilizó un microcontrolador ESP32, que integró sensores IoT para la adquisición de datos en tiempo real, permitiendo una gestión eficiente y remota del secado:

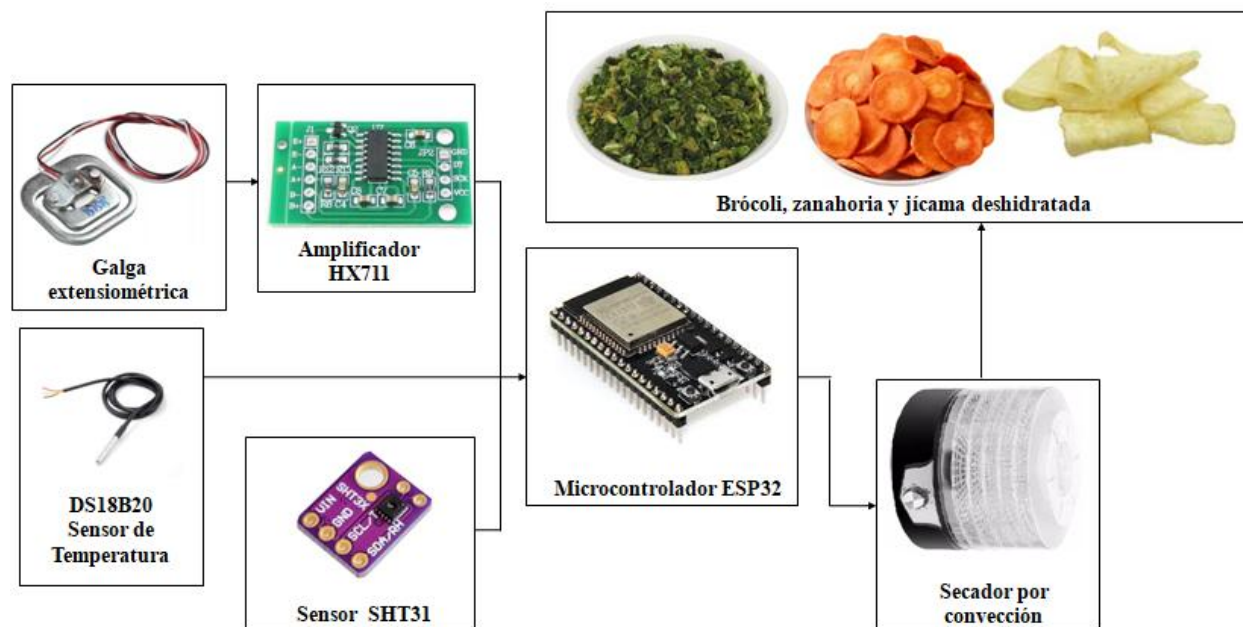
Celdas de carga con amplificador HX711: utilizadas para medir la pérdida de peso de las muestras durante el proceso, lo cual es fundamental para calcular las cinéticas de secado.

Sensores de temperatura DS18B20: instalados en la cámara de secado para monitorear la temperatura del aire caliente.

Sensor de humedad SHT31: empleado para medir la humedad relativa dentro de la cámara, ver figura 1.

Figura 1

Esquema de conexión de sensores IoT al sistema del secador por convección con ESP32.



2.2 Control difuso

El sistema de control de temperatura del secador se implementó mediante un algoritmo de lógica difusa programado en el microcontrolador ESP32. Este control inteligente ajusta de manera continua la temperatura del aire caliente en función de las variables sensadas, con el objetivo de optimizar la velocidad de secado, evitando condiciones extremas que puedan afectar la calidad de los productos.

El modelo de control difuso se diseñó con tres variables de entrada y una variable de salida, seleccionadas en función de su influencia directa en la eficiencia del proceso de secado. Las variables de entrada fueron: la temperatura del aire de secado (20–70 °C), la humedad relativa dentro de la cámara (10–90 %) y la masa del producto deshidratado (0–2 kg), esta última empleada como indicador indirecto del grado de pérdida de agua del vegetal. La variable de salida correspondió a la potencia de calentamiento, expresada como porcentaje de modulación por ancho de pulso (PWM) dentro de un rango operativo de 0–100 %, encargada de regular la energía suministrada a la resistencia eléctrica del secador. Todas las variables se representaron mediante tres conjuntos difusos: bajo, medio y alto, lo que permitió una representación precisa de la incertidumbre de medición y una transición continua entre los niveles lingüísticos. Este diseño favoreció una regulación térmica más estable y una mejor adaptación a las variaciones de humedad y carga del producto.

Las reglas del sistema difuso se definieron con base en modelos previos de secado y análisis experimentales. Esta aproximación ha sido aplicada con éxito en procesos similares, como el control de temperatura en secadores rotatorios de convección, logrando un mejor desempeño del sistema (Nafisah et al., 2024).

2.3 Procedimiento experimental

Para cada vegetal, las muestras se colocaron en bandejas dentro de la cámara del secador y se registraron las condiciones iniciales de peso, temperatura y humedad. El proceso de secado se realizó a una temperatura controlada promedio de 70 °C, manteniendo el flujo de aire constante. Se monitorearon continuamente la pérdida de peso, temperatura y humedad relativa durante el secado, utilizando el sistema IoT basado en el ESP32, y los datos se almacenaron para su análisis posterior. El tiempo de secado final se definió al alcanzar un contenido de humedad objetivo cercano al 10 %. Los datos obtenidos fueron procesados para calcular las cinéticas de

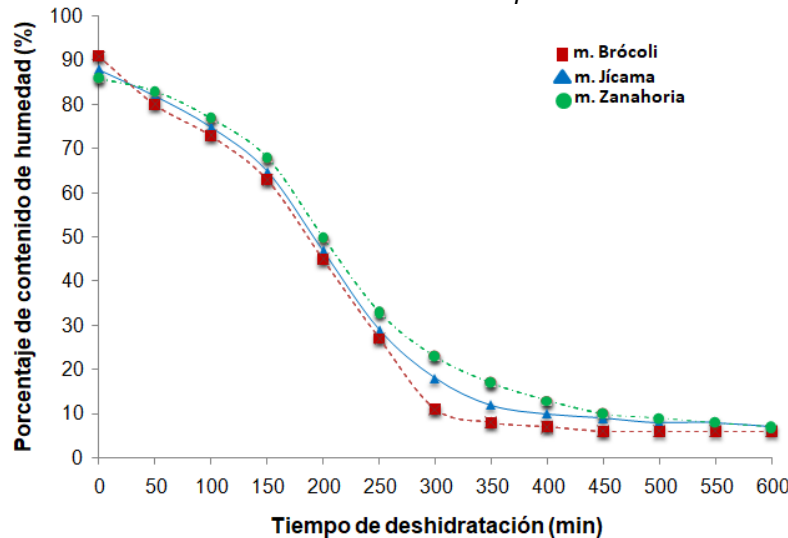
secado. El modelado de la cinética de secado y la evaluación del rendimiento energético se basaron en metodologías similares a las aplicadas en estudios de secadores (Mihret et al., 2024).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos realizados con el sistema de secado por convección controlado mediante lógica difusa y monitoreado por sensores IoT evidenciaron tiempos de deshidratación de 420 minutos para zanahoria, 360 minutos para jícama y 300 minutos para brócoli. Estas diferencias se atribuyen a la estructura interna y contenido de humedad inicial de cada vegetal, así como a su conductividad térmica, ver figura 2.

Figura 1

Esquema de conexión de sensores IoT al sistema del secador por convección con ESP32.



En contraste, al estimar el comportamiento del proceso de secado bajo condiciones convencionales sin la aplicación de control difuso, se observó que los tiempos requeridos para alcanzar el mismo contenido final de humedad serían considerablemente mayores. Con base en la reducción promedio del 23.5 % obtenida mediante el sistema de control inteligente, los tiempos equivalentes para el secado convencional se estimaron en aproximadamente 549 minutos para la zanahoria, 471 minutos para la jícama y 392 minutos para el brócoli. Esta diferencia evidencia que el sistema difuso optimiza la transferencia de calor y masa al ajustar dinámicamente las variables térmicas, reduciendo los periodos inactivos del proceso y manteniendo un régimen de secado más estable. En consecuencia, el control difuso contribuye a una mayor eficiencia temporal respecto al método convencional.

El uso de lógica difusa permitió una regulación de temperatura más precisa y adaptativa que los sistemas de control tradicionales, reduciendo fluctuaciones y evitando daños térmicos. Este enfoque coincide con lo señalado por Ortiz-Yescas et al. (2025), quienes reportaron mejoras en la estabilidad térmica y calidad del producto al implementar esquemas híbridos PI-control difuso en procesos de secado.

La instrumentación del sistema, basada en celdas de carga HX711, sensores de temperatura DS18B20 y sensor de humedad SHT31 integrados a una ESP32, permitió registrar datos en tiempo real, garantizando trazabilidad y optimización del proceso. Resultados similares fueron documentados por Tabares-Martínez et al. (2025), quienes validaron la efectividad de la sensorización con acondicionamiento de señal y control difuso en secadores rotatorios.

En base a la instrumentación eléctrica registrada y complementada con mediciones directas de potencia mediante un wattímetro digital de precisión, se determinó la potencia activa suministrada al sistema de calefacción y ventilación, garantizando una cuantificación fiable del consumo

energético en kWh, asumiendo un comportamiento de potencia promedio constante (los datos de ensayo para cargas de referencia mostraron una tasa de suministro energético de $\approx 2.59 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$), la reducción en el tiempo de secado se traduce prácticamente en una reducción proporcional del consumo energético. Concretamente, los ensayos controlados mediante lógica difusa implicaron consumos aproximados de 1 088 kJ (0.302 kWh), 933 kJ (0.259 kWh) y 777 kJ (0.216 kWh), respectivamente. Si se estiman los tiempos equivalentes bajo un proceso convencional, las energías consumidas subirían a 1 422 kJ (0.395 kWh), 1 219 kJ (0.339 kWh) y 1 016 kJ (0.282 kWh). Por tanto, el uso del control difuso produjo ahorros energéticos absolutos de aproximadamente 0.093 kWh (zanahoria), 0.080 kWh (jícama) y 0.066 kWh (brócoli), lo que representa una reducción relativa del 23.5 % en el consumo energético frente al método convencional bajo las condiciones estudiadas.

En términos de comportamiento cinético, los perfiles de pérdida de peso y humedad coincidieron con el patrón típico de secado en alimentos vegetales, con una fase inicial de velocidad constante seguida de una de velocidad decreciente. Este comportamiento también ha sido modelado mediante herramientas de aprendizaje automático para predecir cambios físicos como la reducción de volumen (Thibault et al., 2025).

Para evaluar la calidad del producto posterior al proceso de deshidratación, se realizó un análisis comparativo enfocado en la retención de color y la textura superficial de los vegetales deshidratados, parámetros que actúan como indicadores indirectos de la conservación de compuestos bioactivos y de la integridad estructural del tejido vegetal. Los resultados evidenciaron que los productos tratados bajo el sistema de control difuso adaptativo presentaron una mejor uniformidad cromática ($\Delta E < 3$) y una textura más firme y consistente en comparación con aquellos obtenidos mediante secado convencional, los cuales mostraron un oscurecimiento superficial y pérdida de cohesión por sobreexposición térmica. Este comportamiento sugiere que la regulación inteligente y gradual de la temperatura mediante el control difuso permitió mantener un equilibrio térmico estable, reduciendo la degradación de pigmentos sensibles como los carotenoides y la oxidación de compuestos fenólicos, asociados a la pérdida de color y aroma. En conjunto, estos resultados confirman que la aplicación del sistema de control difuso no solo optimiza la eficiencia energética y temporal, sino que también preserva las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del producto.

Comparativamente, el sistema propuesto mostró tiempos de secado competitivos frente a tecnologías más complejas, pero con un diseño más económico y escalable. Experiencias similares en entornos agroindustriales han sido reportadas por Villa-Medina et al. (2025) en secadores solares con monitoreo IoT, donde la integración de sensorización avanzada contribuyó a mejorar el control y eficiencia energética.

4. CONCLUSIONES

El sistema de secado por convección desarrollado, integrado con control difuso y monitoreo mediante sensores IoT, demostró una alta capacidad para optimizar el proceso de deshidratación de brócoli, zanahoria y jícama, logrando una reducción eficiente de la humedad desde valores iniciales de 86–91 % hasta aproximadamente 10 % de humedad final. El control difuso permitió ajustar dinámicamente la temperatura, reduciendo el tiempo total de secado y mejorando la eficiencia energética del sistema.

La arquitectura de sensado implementada, basada en una tarjeta ESP32 y sensores de temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y pérdida de masa, permitió la adquisición y transmisión de datos en tiempo real, lo que facilitó el análisis de las cinéticas de secado. Los resultados experimentales confirmaron que la integración de control inteligente e instrumentación IoT en procesos de secado agroindustrial puede mejorar la calidad final del producto, reducir el consumo específico de energía y contribuir a la sostenibilidad del procesamiento postcosecha en la región de Guanajuato, México.

REFERENCIAS

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Zadhosein, S., Kaveh, M., Szymanek, M., Hassannejad, S., & Wojciechowska, K. (2025). Predicción del tiempo de secado, la energía y la eficiencia exergética del maíz (*Zea mays* L.) en un secador rotatorio convectivo-infrarrojo: Enfoque mediante una red neuronal artificial. *Energies*, 18, 696. <https://doi.org/10.3390/en18030696>
- Abioye, A. O., Hussein, J. B., Oke, M. O., & Bolarinwa, I. F. (2024). Modelado de algunos atributos de calidad de rodajas de tomate secadas con aire caliente por convección mediante técnicas de ANN y ANFIS. *Meas. Food*, 13, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.meafao.2024.100140>
- Charmongkolpradit, S., Somboon, T., Phatchana, R., Sang-Aroon, W., & Tanwanichkul, B. (2021). Influencia de la temperatura de secado en el contenido de antocianina y humedad del grano de maíz morado céreo mediante un secador de túnel. *Case Stud. Therm. Eng*, 25, 100886. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100886>
- El-Mesery, H. S., Ali, M., Qenawy, M., & Adelusi, O. A. (2024). Aplicación de inteligencia artificial para predecir el consumo energético y la eficiencia térmica de un secador híbrido de convección-radiación para rodajas de ajo. *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 138, 109338. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109338>
- Kang, C., Zhang, G., Mu, G., Guo, H., Yuan, T., Zhao, C., Li, X., & Zhang, Q. (2024). Secado combinado con bomba de calor solar y almacenamiento de calor por cambio de fase: Control autoadaptativo multienergético. *Renew. Energy*, 230, 120867. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120867>
- Malaslı, M. Z., Akkoyunlu, M. C., Pekel, E., Taşova, M., Dursun, S. K., & Akkoyunlu, M. T. (2025). Predicción de la cinética de secado y los valores de consumo energético de zanahorias moradas secadas en un secador de microondas con temperatura controlada mediante árboles de decisión, bosques aleatorios y métodos de refuerzo de Ada. *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, 260, 105352. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2025.105352>
- Mihret, Y. C., Hailemesikel, S. T., Alemu, A. G., & Delele, M. A. (2024). Modelado de la cinética de secado, evaluación del rendimiento y análisis económico del secado de arroz mediante un secador de flujo mixto alimentado con cascarilla de arroz. *Conversión y gestión de energía: X*, 24, 100774. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100774>
- Nafisah, N., Syamsiana, I. N., Putri, R. I., Kusuma, W., & Sumari, A. D. W. (2024). Implementación del algoritmo de control de lógica difusa para el control de temperatura en un secador de granos de café con secador rotatorio Robusta. *MétodosX*, 12, 102580. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102580>
- Ortiz-Yescas, G., Meléndez-Vázquez, F., Quezada-Téllez, L. A., Torres-Mendoza, A., Morales-Peñaloza, A., Fernández-Anaya, G., & Macías-Díaz, J. E. (2025). Un esquema híbrido PI-control difuso para un proceso de secado en tambor. *Matemáticas Aplicadas*, 5, 45. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5020045>
- Tabares-Martínez, J. M., Guzmán-López, A., Bravo-Sánchez, M. G., Barranco-Gutiérrez, A. I., Martínez-Nolasco, J. J., & Villaseñor-Ortega, F. (2025). Instrumentación y evaluación de un sistema de sensado con acondicionamiento de señal mediante lógica difusa para un secador rotatorio. *Technologies*, 13, 83. <https://doi.org/10.3390/technologies13020083>
- Thibault, B., Zeynoddin, M., Bonakdari, H., Ratti, C., & Khalloufi, S. (2025). Efecto del enfoque de selección de modelos obtenido mediante herramientas de aprendizaje automático en la predicción de la reducción de volumen de alimentos deshidratados de origen vegetal. *J. Food Engineering*, 391, 112415. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112415>
- Villa-Medina, J. F., Porta-García, M. Á., Gutiérrez, J., & Porta-Gándara, M. Á. (2025). Secador solar de convección forzada para productos agrícolas monitoreado por IoT. *Cosas de Internet*, 31, 101566. <https://doi.org/10.1016/j.ijot.2025.101566>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-110>

MOVIMIENTO OBRERO DOMINICANO DURANTE LA DICTADURA DE TRUJILLO Y LA HUELGA AZUCARERA DE ENERO DEL 1946

Almonte Minaya, Anthony

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

Santo Domingo, República Dominicana

anthony.almonte@uasd.edu.do

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2434-2477>

RESUMEN

El presente estudio analiza la participación e impacto del movimiento obrero dominicano durante la dictadura de Rafael Leónidas Trujillo, con especial énfasis en la huelga azucarera de enero de 1946. Mediante una investigación documental y descriptiva, se exploran las causas estructurales de la protesta obrera, los antecedentes del movimiento sindical en el país, y el papel de figuras claves como Mauricio Báez. El estudio identifica las condiciones socioeconómicas impuestas por el modelo capitalista dependiente en la industria azucarera, así como el marco legislativo introducido por el régimen trujillista. Asimismo, se describe cómo este proceso se inscribe dentro de una dinámica de resistencia obrera frente a la represión estatal y la hegemonía de intereses extranjeros. La huelga azucarera de 1946 se considera un punto de inflexión en la historia del movimiento sindical dominicano, pues derivó en conquistas significativas como el salario mínimo, el descanso dominical, la seguridad social y otros derechos laborales. Finalmente, se destaca cómo este evento permitió la emergencia de una conciencia sindical más definida y politizada en el contexto autoritario de la época.

Palabras clave: Dictadura, Mauricio Báez, Movimiento obrero, Sindicalismo, Trujillo.

ABSTRACT

This study analyzes the participation and impact of the Dominican labor movement during Rafael Leónidas Trujillo's dictatorship, focusing on the sugar workers' strike of January 1946. Through a documentary and descriptive approach, the research explores the structural causes of labor unrest, the historical background of labor union activity in the Dominican Republic, and the role of key figures such as Mauricio Báez. The study identifies the socioeconomic conditions shaped by a dependent capitalist model within the sugar industry, as well as the labor legislation introduced by the Trujillo regime. Moreover, it frames this process within a broader context of worker resistance against state repression and foreign interests. The 1946 sugar strike is considered a watershed moment in the country's labor history, resulting in significant achievements such as minimum wage, Sunday rest, social security, and other labor rights. Finally, the study underscores how the strike fostered a more defined and politicized labor consciousness under an authoritarian regime.

Keywords: Dictatorship, Labor movement, Mauricio Báez, Syndicalism, Trujillo.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del movimiento obrero en la República Dominicana ha sido escasamente abordado por la historiografía nacional, especialmente en el contexto autoritario de la dictadura de Rafael Leónidas Trujillo. Esta investigación se enfoca en el análisis de la huelga azucarera de enero de 1946, considerada el punto más alto de la resistencia obrera durante el régimen trujillista, y cuyo líder emblemático fue Mauricio Báez. El objeto de estudio es analizar la participación e impacto del movimiento obrero dominicano en dicho evento y las consecuencias sociopolíticas derivadas.

La justificación de este trabajo radica en la necesidad de visibilizar los procesos de organización y resistencia de los trabajadores frente a un sistema represivo y paternalista, dominado por el control estatal y los intereses del capital extranjero. Se parte de la hipótesis de que la huelga azucarera de 1946 constituyó un hito que propició cambios significativos en la legislación laboral y fortaleció la conciencia sindical en el país.

El objetivo general es analizar la participación del movimiento obrero dominicano en la década de 1940 en relación con la huelga azucarera, y los específicos incluyen: identificar a los líderes sindicales más relevantes, examinar los orígenes del movimiento obrero, describir el papel de Mauricio Báez y detallar las conquistas obtenidas a partir de este proceso.

2. MARCO CONCEPTUAL

El movimiento obrero puede definirse como toda forma de organización y lucha de los trabajadores en defensa de sus derechos laborales y sociales, especialmente a partir de la consolidación del sistema capitalista (Chávez, 1994). En la República Dominicana, dicho movimiento ha estado marcado por luchas dispares, atravesadas por la represión estatal y la dependencia económica del capital extranjero (Espinal, 1981). Durante la dictadura de Trujillo, el sindicalismo fue manipulado por el Estado, transformando su acción desde una iniciativa de base a un instrumento de legitimación del régimen (De Galíndez, 1991).

Sin embargo, hacia la década de 1940, factores internacionales como el declive del fascismo, las presiones de Estados Unidos para la apertura política y la crisis del sistema azucarero, abrieron una **brecha estructural y política** que permitió la reactivación parcial de la lucha sindical (Vega, 1987). Este contexto favoreció la reorganización de los trabajadores y la aparición de liderazgos obreros con capacidad de articulación, como el de **Mauricio Báez**, que encauzó las demandas colectivas dentro de un régimen autoritario.

Desde la **teoría marxista de los movimientos sociales**, la conciencia de clase se desarrolla a partir de las contradicciones estructurales entre capital y trabajo, generando condiciones para la organización colectiva (Villavicencio et al., 2021). Bajo esta perspectiva, la huelga azucarera de 1946 puede entenderse como una expresión de esas tensiones materiales e ideológicas, donde los obreros reclamaron el derecho a mejores condiciones laborales, desafiando tanto la dominación económica extranjera como el control estatal del régimen. Esta lectura resalta la dimensión clasista y estructural del conflicto.

No obstante, para comprender cómo el movimiento obrero logró materializar su acción dentro de un contexto represivo, resulta pertinente complementar la visión marxista con otros marcos teóricos contemporáneos sobre los movimientos sociales en dictaduras. La **Teoría de la Movilización de Recursos** (McCarthy y Zald, 1977) sostiene que la acción colectiva depende

no solo de la conciencia de clase, sino también de la **capacidad de los actores para organizarse, obtener recursos y aprovechar redes sociales e institucionales existentes**. En ese sentido, el liderazgo de Báez y la existencia de estructuras previas como los gremios portuarios y la Federación Local del Trabajo de San Pedro de Macorís fueron fundamentales para canalizar el descontento y convertirlo en una movilización masiva y estratégica.

Por su parte, la **Teoría de los Procesos Políticos** (Tilly, 1978; McAdam, 1982) plantea que los movimientos sociales surgen cuando se produce una **apertura u oportunidad política** en el sistema de poder, aun dentro de regímenes autoritarios. En el caso dominicano, esta brecha se generó cuando el régimen trujillista, presionado por el escenario internacional posterior a la Segunda Guerra Mundial, **relajó temporalmente su control político y sindical** para proyectar una imagen de modernización. Este espacio de maniobra fue aprovechado por los trabajadores organizados, que utilizaron el lenguaje de la legalidad laboral para articular sus demandas sin confrontar directamente el aparato represivo.

La integración de estos enfoques teóricos permite comprender la huelga azucarera de 1946 como un **proceso complejo**, donde confluyeron tanto las **condiciones estructurales del capitalismo dependiente** (explicadas por el marxismo) como los **factores organizativos y políticos coyunturales** (señalados por las teorías de la movilización y los procesos políticos). Así, el movimiento obrero no solo fue el resultado de la lucha de clases, sino también de la capacidad de sus líderes para **explotar oportunidades, movilizar recursos y construir legitimidad** en un entorno de control estatal.

El papel de **Mauricio Báez**, en este marco, ha sido interpretado por autores como Cassá (2003) como central en la transformación del sindicalismo dominicano, al pasar de una estructura pasiva a una fuerza activa de lucha, con capacidad de negociación y resistencia frente al poder. Báez representa una figura emblemática no solo por su liderazgo sindical, sino por haber sido capaz de articular demandas populares dentro de un marco ideológico que combinaba **elementos del socialismo, el nacionalismo y la justicia social**, convirtiéndose en un símbolo de la acción colectiva en contextos autoritarios.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de carácter documental y cualitativo, con un diseño descriptivo. El estudio se inscribe en un enfoque histórico-social, fundamentado en la revisión de fuentes primarias (archivos, periódicos, leyes laborales) y secundarias (libros, artículos académicos). Se utilizaron técnicas de análisis de contenido y crítica documental para evaluar los discursos, contextos y actores implicados en el proceso huelguístico de 1946.

La muestra está compuesta por documentos históricos relevantes, incluyendo publicaciones del período, biografías de líderes sindicales y legislación laboral promulgada antes y después de la huelga. El estudio se estructuró siguiendo una línea cronológica y temática que permitiera vincular las condiciones socioeconómicas del país, la evolución del movimiento obrero y los cambios legislativos. Entre los instrumentos utilizados se encuentra una matriz de análisis temático y una categorización por ejes: liderazgo, reivindicaciones, represión y conquistas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el movimiento obrero dominicano durante la dictadura trujillista enfrentó importantes obstáculos estructurales: represión, control estatal y fragmentación. Sin embargo, hacia mediados de los años cuarenta, se produjo una reorganización del sindicalismo, liderada por figuras como **Mauricio Báez**, cuyo papel resultó determinante en la **huelga azucarera de enero de 1946**. Esta paralizó los ingenios del Este y generó un impacto significativo en la política laboral del país. Como respuesta a dicha movilización, el régimen se vio forzado a implementar **reformas legales que transformaron el marco del trabajo en la República Dominicana**, institucionalizando derechos fundamentales como el **salario mínimo, el descanso dominical y la seguridad social**.

A raíz de la presión obrera y del contexto internacional posterior a la Segunda Guerra Mundial, Trujillo promulgó una serie de leyes laborales entre 1946 y 1947 que marcaron un punto de inflexión en la historia del trabajo dominicano. Entre ellas se destacan:

- **Ley No. 637 (1944)**, sobre contratos de trabajo, que se reglamentó y aplicó más efectivamente tras la huelga de 1946;
- **Ley No. 4027 (1946)**, que estableció el **descanso obligatorio los domingos y días feriados**;
- **Ley No. 475 (1946)**, sobre **salario mínimo**, la cual fijó bases para la creación de comisiones locales encargadas de establecer tarifas por región;
- **Ley No. 1896 (1947)**, que dio origen al **Seguro Social Dominicano**, antecedente directo del actual sistema de seguridad social;
- y la **Ley No. 395 (1946)**, que reglamentó los **accidentes de trabajo y riesgos profesionales**, garantizando compensaciones económicas a los obreros.

Estas disposiciones fueron incorporadas posteriormente al **Código Trujillo de Trabajo (1951)**, pero su gestación se remonta a las conquistas obtenidas tras la huelga de 1946, lo que evidencia su origen en la presión del movimiento obrero organizado (Cassá, 1990; Vega, 1987).

A diferencia de movilizaciones anteriores, esta huelga logró articular una conciencia sindical más cohesionada, con el respaldo de sectores populares e incluso de organizaciones internacionales. El movimiento obrero dominicano, en este contexto, no actuó de manera aislada: su acción se vio favorecida por la coyuntura política mundial y por la **presión de Estados Unidos** para que Trujillo democratizara parcialmente su régimen tras el fin del fascismo europeo. Esta breve apertura permitió la reorganización de los sindicatos y la consolidación de una red obrera más sólida, capaz de negociar en mejores condiciones.

La huelga también evidenció la capacidad de liderazgo y movilización de **Mauricio Báez**, cuya figura encarnó la resistencia organizada frente al autoritarismo. Su estrategia sindical combinó las reivindicaciones laborales inmediatas con un discurso de justicia social que trascendía lo económico, conectando con los ideales democráticos del momento. La paralización de los ingenios representó no solo un golpe económico, sino también un desafío político que obligó al régimen a responder con medidas conciliatorias de tipo legal.

Desde la perspectiva de la historia social, el conflicto de 1946 puede interpretarse como un **momento de inflexión dentro de la política laboral trujillista**, más que una ruptura total con su carácter represivo. En efecto, la huelga representó una apertura parcial, impulsada por presiones internas e internacionales, que permitió al régimen proyectar una imagen de

modernización y sensibilidad social. Sin embargo, este aparente avance fue **rápidamente canalizado por el Estado a través de la cooptación institucional** de los sindicatos y la incorporación de las conquistas obreras dentro del aparato político oficial.

Trujillo, hábil en el manejo simbólico del poder, integró muchas de las demandas laborales en una **política de paternalismo estatal**, mediante la cual se reconocían derechos como el salario mínimo, la seguridad social o el descanso dominical, pero siempre bajo la supervisión y control directo del gobierno. El **Código Trujillo de Trabajo (1951)** y las leyes promulgadas tras la huelga (como la Ley 637 sobre contrato de trabajo y la creación de la Secretaría de Estado de Trabajo) se presentaron como conquistas del régimen más que del movimiento obrero, reafirmando la narrativa de un Estado benefactor y disciplinador.

En este sentido, la **ruptura con la política laboral represiva** fue más bien una **reconfiguración estratégica del control político**: el régimen permitió la organización sindical, pero dentro de límites definidos por el Estado, evitando que los trabajadores desarrollaran autonomía real. La posterior desaparición de **Mauricio Báez** y el retorno de la represión sindical evidencian los límites de dicha apertura, pero también consolidan la memoria de esta huelga como un símbolo de resistencia popular frente al autoritarismo.

La discusión también permite observar que el impacto de la huelga no se limitó al plano legal, sino que también tuvo efectos duraderos en la **conciencia de clase**, en la **politización del movimiento obrero** y en la incorporación de **nuevos discursos de justicia social** dentro de la lucha sindical dominicana. Aunque las conquistas fueron absorbidas y administradas por el régimen, el proceso abrió un espacio simbólico y cultural desde el cual los trabajadores comenzaron a pensarse como sujetos históricos con derecho a demandar participación y dignidad.

En consecuencia, el impacto de la huelga azucarera de 1946 trascendió el ámbito económico: sentó las bases para una nueva relación aunque asimétrica entre el Estado y los trabajadores, introdujo una cultura de reivindicación colectiva y proyectó la figura del obrero como actor político en la construcción del país. La memoria de este acontecimiento, reprimida en los años posteriores, se consolidó como un **símbolo dual**: de un lado, la **resistencia popular frente al poder autoritario**, y del otro, la **capacidad del régimen de cooptar el discurso social** para reforzar su hegemonía política.

5. CONCLUSIONES

La huelga azucarera de enero de 1946 constituye uno de los episodios más importantes en la historia del movimiento obrero dominicano. Su análisis permite comprender no solo la capacidad de resistencia de los trabajadores frente a un régimen autoritario, sino también el papel que juega la organización sindical en la transformación de las condiciones laborales. A través del liderazgo de Mauricio Báez y de la movilización colectiva, se lograron avances legislativos de largo alcance que beneficiaron a una amplia base de trabajadores, estableciendo precedentes normativos fundamentales para el derecho laboral dominicano.

Además, este evento demostró que incluso en contextos de represión política es posible la organización y acción colectiva, lo cual representa una lección para los movimientos sociales contemporáneos. La huelga de 1946 no solo produjo resultados inmediatos en términos de

conquistas laborales, sino que también dejó una huella profunda en la memoria colectiva del pueblo dominicano y fortaleció la identidad de clase trabajadora.

El análisis histórico de este episodio invita a reflexionar sobre la necesidad de recuperar las experiencias de lucha obrera en el relato nacional, muchas veces dominado por narrativas centradas exclusivamente en figuras políticas o procesos económicos. En este sentido, se hace imperativo seguir investigando y difundiendo la historia del sindicalismo como parte integral de la construcción democrática del país.

Este trabajo contribuye así a la recuperación de una memoria histórica que ha sido marginada en los estudios tradicionales y plantea la necesidad de seguir profundizando en la historia social del país desde una perspectiva crítica, interdisciplinaria y comprometida con los sectores populares.

6. REFERENCIAS

- Cassá, R. (1990). *Movimiento obrero y lucha socialista en la República Dominicana*. Fundación Cultural Dominicana.
- Cassá, R. (2003). *Historia social y económica de la República Dominicana*. Editora Alfa y Omega.
- Cassá, R. (2003). *Mauricio Báez, líder del proletariado*. Editora Alfa y Omega.
- Castro, J. (1977). *Movimiento obrero y lucha sindical en República Dominicana: 1930–1961*. Ediciones CEDEE.
- Chávez, J. (1994). Movimiento obrero. En *Léxico Político Ecuatoriano*. FLACSO.
- Chávez, R. (1994). *Historia del movimiento obrero latinoamericano*. Siglo XXI Editores.
- Crassweller, R. D. (1973). *Trujillo: La trágica aventura del poder personal*. Editorial Sudamericana.
- De Galíndez, J. (1991). *La Era de Trujillo: Un estudio casuístico de dictadura hispanoamericana* (Original publicado en 1956). Fundación Cultural Dominicana.
- Espinal, F. (1981). *El movimiento obrero dominicano: De la dictadura a la transición democrática*. Editora Taller.
- Espinal, F. D. (1981). Movimiento sindical dominicano: Análisis socio-histórico y jurídico. *Eme-Eme: Estudios Dominicanos*, (52), 25–64.
- Godio, J. (1985). *Historia del movimiento obrero latinoamericano: México, América Central y el Caribe*. Editorial Legasa.
- González, R. (2002). *Azúcar y poder en el Caribe: Intervención norteamericana y economía de plantación*. Ediciones Huracán.

- Marx, K., & Engels, F. (1970). *Manifiesto del Partido Comunista* (Original publicado en 1848). Editorial de Ciencias Sociales.
- McAdam, D. (1999). *Movimientos sociales: Procesos políticos y ciclos de protesta*. Ediciones Península.
- McCarthy, J. D., & Zald, M. N. (1990). *Movilización de recursos y movimientos sociales* (Original publicado en 1977). Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Marrero Aristy, R. (1956). *Trujillo: Síntesis de una obra de gobierno*. Editora Oficial.
- Peña Battle, M. A. (1944). *Apuntes sobre la historia del movimiento obrero en la República Dominicana*. Editora Montalvo.
- Tarrow, S. (1997). *El poder en movimiento: Los movimientos sociales, la acción colectiva y la política*. Alianza Editorial.
- Tilly, C. (1990). *De la movilización a la revolución*. Alianza Editorial.
- Vega, B. (1987). *Mauricio Báez: Símbolo del movimiento obrero dominicano*. Fundación Cultural Dominicana.
- Vega, B. (1987). *Un interludio de tolerancia: El acuerdo de Trujillo con los comunistas en 1946*. Fundación Cultural Dominicana.
- Vega, B. (2016). *La República Dominicana en los archivos de Estados Unidos y Europa (1916–1961)*. Comisión Permanente de Efemérides Patrias.
- Villavicencio, A., Hernández, M., & Paredes, J. (2021). *Teoría marxista de los movimientos sociales*. Universidad Nacional de Colombia.
- Villavicencio, A., Martínez, P., & López, G. (2021). *Teorías contemporáneas de los movimientos sociales*. Editorial Académica.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-111>

TRANSFORMANDO EL AULA UNIVERSITARIA CON KAHOOT: “GAMIFICACIÓN PARA ACTIVIDAD Y FEEDBACK INMEDIATO”

Quirino Rodríguez, Lucio Guadalupe

Universidad Autónoma de Sinaloa
Mazatlán Sinaloa, México
lquirino@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5128-1870>

Ibarra Martínez, Rosa Leticia

Universidad Autónoma de Sinaloa
Mazatlán Sinaloa, México
lety.ibarra@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2148-9815>

López López, Héctor Luis

Universidad Autónoma de Sinaloa
Mazatlán Sinaloa, México
hector.lopezlopez@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9401-9807>

RESUMEN

En la educación contemporánea, caracterizada por la presencia de estudiantes nativos digitales, se vuelve fundamental incorporar tecnologías que respondan a sus dinámicas cognitivas y preferencias de aprendizaje. Entre estas herramientas, la gamificación ha emergido como una estrategia efectiva para captar la atención, aumentar la motivación y favorecer la retención del conocimiento. Kahoot, en particular, se posiciona como una plataforma digital lúdica que permite a los docentes diseñar cuestionarios interactivos en tiempo real, promoviendo una participación activa y colaborativa a través del uso de dispositivos electrónicos. Este artículo presenta una investigación con enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, no experimental y con corte transversal, centrada en el análisis del uso de Kahoot como recurso didáctico en el ámbito universitario. Investigación llevada a cabo en la Facultad de Informática, Mazatlán, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, debido al alto nivel de reprobación y deserción escolar. El objetivo principal es evidenciar cómo esta herramienta gamificada en el uso de las matemáticas, impacta positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, fomentando la motivación académica, la atención sostenida, comprensión significativa de los contenidos, retroalimentación inmediata, interacción y participación y la usabilidad tecnológica, impartidos en el aula. Se tomó como base a 88 **estudiantes** inscritos en las materias de matemáticas, pertenecientes a los primeros semestres de las carreras de **Ingeniería en Sistemas de Información (LISI)** e **Informática (LI)** de la **Facultad de Informática Mazatlán (FIMAZ)** en la **Universidad Autónoma de Sinaloa**. Los participantes, con edades entre 19 y 21 años, comparten un nivel académico y tecnológico similar, lo que contribuye a la homogeneidad de la muestra. Se aplicó una encuesta con una escala de tipo Likert de valoración de 1 a 5, donde 1 representa "Muy insatisfecho", 2 "Insatisfecho", 3 "Indiferente", 4 "Satisfecho" y 5 "Muy satisfecho". El proyecto logra con éxito la transformación del aula en términos de actividad y feedback inmediato como herramientas de diagnóstico y activación. Sin embargo, para garantizar una comprensión

significativa y un alto rendimiento académico, se recomienda que los docentes utilicen Kahoot como un punto de partida dinámico, y que lo complementen necesariamente con estrategias posteriores al juego que fuercen la discusión, la reflexión sobre los errores y la aplicación práctica (los aspectos con menor puntuación) para traducir la alta motivación inicial en un aprendizaje duradero.

Palabras Clave: Gamificación, educación superior, kahoot, satisfacción estudiantil, tecnología educativa.

ABSTRACT

In contemporary education, characterized by the presence of digital native students, it is essential to incorporate technologies that respond to their cognitive processes and learning preferences. Among these tools, gamification has emerged as an effective strategy for capturing attention, increasing motivation, and promoting knowledge retention. Kahoot, in particular, is positioned as a playful digital platform that allows teachers to design interactive quizzes in real time, fostering active and collaborative participation through the use of electronic devices. This article presents a quantitative, descriptive, non-experimental, cross-sectional study focused on analyzing the use of Kahoot as a teaching resource in the university setting. The research was conducted at the Faculty of Informatics in Mazatlán, at the Autonomous University of Sinaloa, due to the high rates of course failure and dropout. The main objective is to demonstrate how this gamified tool in mathematics positively impacts the teaching-learning process, fostering academic motivation, sustained attention, meaningful understanding of the content, immediate feedback, interaction and participation, and technological usability in the classroom. The study was based on 88 students enrolled in mathematics courses, belonging to the first semesters of the Information Systems Engineering (LISI) and Computer Science (LI) programs at the Mazatlán Faculty of Computer Science (FIMAZ) of the Autonomous University of Sinaloa. The participants, aged between 19 and 21, share a similar academic and technological level, which contributes to the homogeneity of the sample. A survey using a 5-point Likert scale was administered, where 1 represents "Very dissatisfied," 2 "Dissatisfied," 3 "Indifferent," 4 "Satisfied," and 5 "Very satisfied." The project successfully transforms the classroom in terms of activity and immediate feedback as diagnostic and activation tools. However, to ensure meaningful understanding and high academic performance, it is recommended that teachers use Kahoot as a dynamic starting point and complement it with post-game strategies that encourage discussion, reflection on errors, and practical application (the aspects with lower scores) to translate the initial high motivation into lasting learning.

Keywords: Gamification, higher education, kahoot, student satisfaction, educational technology.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el ámbito educativo atraviesa una etapa de transformación impulsada por los avances tecnológicos y el cambio en los perfiles del estudiantado. En este contexto, resulta evidente que los métodos de enseñanza tradicionales, centrados en la transmisión unidireccional de conocimientos, ya no responden de forma efectiva a las necesidades de los jóvenes nacidos en la era digital. Estos estudiantes, familiarizados desde temprana edad con entornos interactivos y dispositivos inteligentes, requieren estrategias didácticas que se alineen con sus hábitos cognitivos, preferencias y formas de interactuar con el conocimiento.

El gusto de los estudiantes por las dinámicas de juego ha influido de forma decisiva en sus expectativas hacia el aprendizaje. Integrar actividades lúdicas en la enseñanza no solo genera interés y entusiasmo, sino que facilita la comprensión y memorización de contenidos. La gamificación, al convertir el aprendizaje en una experiencia atractiva y entretenida, potencia la implicación del estudiante y refuerza su compromiso con el proceso educativo. Aunque el uso del juego en contextos pedagógicos no es un fenómeno reciente —pensadores como Vigotsky

(1982), Dewey (1997) y Huizinga (2000) ya lo abordaron en sus investigaciones—, su resignificación mediante las tecnologías digitales ha revitalizado su aplicación en el aula.

Desde la perspectiva de Gamboa et al. (2024), la gamificación implica utilizar las estructuras propias del juego o de los videojuegos con el objetivo de estimular habilidades y mejorar el rendimiento en ámbitos no recreativos. En esa línea, Rua (2023) plantea que esta estrategia pedagógica incorpora mecánicas lúdicas en el proceso formativo con fines específicos, como la adquisición de contenidos, el desarrollo de competencias o la obtención de resultados concretos según las necesidades del entorno educativo. De este modo, los profesores deben crear experiencias que permitan a los estudiantes interactuar de manera creativa y colaborativa, haciendo uso de las herramientas digitales que dominan y utilizan cotidianamente.

La popularidad de la gamificación en el nivel universitario se ha incrementado debido a su eficacia comprobada frente a metodologías convencionales. La inclusión de mecánicas motivacionales favorece una mayor implicación de los estudiantes, permitiendo que se conviertan en protagonistas activos de su proceso de aprendizaje (Mdalose et al., 2021). A su vez, este contexto demanda que los docentes fortalezcan sus habilidades digitales, lo cual les permitirá implementar herramientas tecnológicas de forma eficiente, con creatividad y sentido pedagógico (Carvajal et al., 2022).

2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

La literatura reciente (Chaiyo y Nokham, 2017; Licorish et al., 2018; Omar, 2017) ha documentado una creciente incorporación de plataformas digitales interactivas en el entorno educativo, destacando su potencial para fomentar aprendizajes más significativos. Estas aplicaciones, que promueven una relación más activa con el contenido, estimulan tanto la motivación como la retención del conocimiento. Al transformar el proceso de enseñanza en una experiencia participativa y atractiva, se genera una mayor satisfacción en los estudiantes y una disposición más constante hacia el aprendizaje (Monedero y Castro, 2018).

El origen de Kahoot se remonta al proyecto *Lecture Quiz*, impulsado en 2006 por el profesor Alf Inge Wang en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (NTNU). Fue diseñado como un sistema de respuesta estudiantil basado en el juego (*Game-Based Student Response System*), con la intención de estimular la participación del alumnado mediante actividades interactivas (Chaiyo & Nokham, 2017). A partir de 2011, la plataforma fue lanzada oficialmente como un entorno de aprendizaje gratuito, accesible y de diseño intuitivo, que ha ganado gran aceptación entre estudiantes y docentes (López et al., 2022).

El presente artículo tiene como objetivo evaluar la efectividad y satisfacción de Kahoot como herramienta didáctica para mejorar el aprendizaje y la motivación de los estudiantes en entornos universitarios. Se explora su impacto en la activación del aula, la participación del estudiante y la retroalimentación inmediata del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque busca responder a las demandas pedagógicas de una generación digitalizada, que requiere entornos formativos más flexibles, personalizados y conectados con la tecnología. Según Spender (2023), Kahoot ha demostrado ser eficaz no solo para repasar contenidos de manera dinámica, sino también para incrementar la comprensión conceptual y la retención de los aprendizajes, al tiempo que estimula el compromiso académico.

Dicho en otras palabras, la gamificación consiste en incorporar elementos de juego (como puntos, niveles y retos) en la educación formal para incrementar la motivación, la participación y el compromiso del estudiante. Basándose en la Teoría de la Autodeterminación (Deci y Ryan, 2000), las actividades gamificadas son efectivas porque satisfacen necesidades psicológicas esenciales: la competencia, la autonomía y la relación. Al cubrir estas áreas, el aprendizaje se vuelve más significativo y gratificante.

El empleo de plataformas digitales como Kahoot potencia la motivación y activa un proceso clave de la memoria: la práctica de recuperación (*retrieval practice*, Roediger & Karpicke, 2006). Este

mecanismo, que exige recordar activamente la información, fortalece la memoria a largo plazo y la capacidad de aplicar el conocimiento. Además, la retroalimentación inmediata que ofrecen estas herramientas es crucial, ya que permite la corrección de errores en tiempo real, lo que fomenta la autorregulación y la reflexión sobre el propio aprendizaje.

Kahoot funciona como un Sistema de Respuesta Estudiantil (SRS), una herramienta que recoge datos de participación en vivo. Su diseño visual y competitivo crea un ambiente lúdico que reduce la ansiedad y facilita una mejor disposición hacia el aprendizaje. La retroalimentación de Kahoot es un factor potente (Hattie y Timperley, 2007), pues informa al estudiante sobre su desempeño para que pueda mejorar sus estrategias cognitivas. Si el docente utiliza estos datos para ajustar la instrucción, se establece un ciclo de mejora continua. Estudios recientes (Ozdemir et al., 2023; Khaldi et al., 2023) confirman que la integración sistemática de Kahoot optimiza la motivación y el rendimiento académico.

Algunas de las ventajas al utilizar Kahoot son por ejemplo son, el potencializar la motivación y activa un proceso clave de la memoria: la práctica de recuperación (*retrieval practice*, Roediger & Karpicke, 2006). Este mecanismo, que exige recordar activamente la información, fortalece la memoria a largo plazo y la capacidad de aplicar el conocimiento. Además, la retroalimentación inmediata que ofrecen estas herramientas es crucial, ya que permite la corrección de errores en tiempo real, lo que fomenta la autorregulación y la reflexión sobre el propio aprendizaje. En la siguiente tabla (Tabla 1) se resumen las ventajas sobre la herramienta kahoot utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 1

Resumen de las ventajas de la herramienta kahoot en el proceso enseñanza-aprendizaje

Categoría	Ventaja	Observación
Motivación y Participación	Aumento del compromiso y el dinamismo	La estructura de juego, la música y la competencia sana hacen que la clase sea más divertida y menos monótona, capturando la atención del alumnado.(Navarro (2017); Riascos Gómez (2025); Zhang & Yu (2021))
	Fomenta la participación activa	Al ser un sistema de respuesta en tiempo real, incentiva a que todos los estudiantes respondan, en lugar de solo unos pocos. Muñoz Rojas (2016); Prieto Alfredo (2014)
Retención del Conocimiento	Activa la Práctica de Recuperación (Retrieval Practice)	El acto de recordar activamente la información para responder la pregunta ayuda a fortalecer la memoria a largo plazo (tal como se mencionó en el texto que parafraseaste). (Roediger & Karpicke, 2006)
	Ayuda a la memorización de conceptos	El formato rápido y repetitivo es excelente para repasar y memorizar ideas clave o vocabulario. Investigación de la Universidad de Alicante (2018)
Evaluación y Retroalimentación	Feedback Inmediato	Los estudiantes saben al instante si su respuesta fue correcta, lo que les permite corregir errores de comprensión en tiempo real y promueve la autorregulación.

	Herramienta de Diagnóstico para el Docente	El profesor obtiene datos instantáneos sobre qué conceptos han sido bien entendidos por la mayoría y cuáles requieren ser reforzados, permitiendo ajustar la instrucción. Navarro (2017); Riascos Gómez (2025); Batista da Silva et al. (2016)
Ambiente de Aprendizaje	Reduce la ansiedad en la evaluación	Al presentar los cuestionarios como un juego lúdico, se reduce el estrés asociado a las pruebas formales. Batista da Silva et al. (2016); Riascos Gómez (2025)

En la siguiente tabla (tabla 2) se analiza de manera específica cada una de las limitaciones o desventajas al utilizar como herramienta de apoyo el proyecto kahhot.

Tabla 2

Resumen de las desventajas de la herramienta kahoot en el proceso enseñanza-aprendizaje

Categoría	Desventaja Específica	Implicación para el Aprendizaje
Limitaciones del Formato	Énfasis en la velocidad sobre el razonamiento	El sistema de puntuación recompensa tanto la respuesta correcta como la rapidez, lo que puede presionar a los estudiantes y desalentar el pensamiento crítico profundo. Investigación de la Universidad de Alicante (2018); XarxaTIC (2023)
	Fomenta la memorización superficial	El formato de opción múltiple con poco texto se presta más a la recuperación de datos sencillos (hechos, fechas) que al desarrollo de habilidades complejas o argumentación. Riascos Gómez (2025); XarxaTIC (2023)
	Puede generar competitividad excesiva	Si no se maneja bien, la tabla de posiciones puede desmotivar a los estudiantes con bajo rendimiento o generar un ambiente de tensión en lugar de colaboración. Investigación de la Universidad de Alicante (2018)
Aspectos Técnicos y Logísticos	Dependencia de la tecnología y conexión	Su uso requiere que la escuela (o los estudiantes) tengan acceso a dispositivos móviles (teléfonos, tabletas, etc.) y una conexión a internet estable. Mendoza (2016); Riascos Gómez (2025); Investigación de la Universidad de Alicante (2018)
	Tiempo limitado en la versión gratuita	Algunas funciones más avanzadas o tipos de preguntas pueden requerir una suscripción de pago.
Uso Pedagógico	Riesgo de uso indiscriminado o como "relleno"	Si se utiliza en exceso o sin un objetivo pedagógico claro, la novedad se pierde y la herramienta puede convertirse en una

		simple distracción. Navarro (2017); XarxaTIC (2023)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se tomaron en cuenta seis dimensiones claramente definidas en la investigación, dando sustento teórico en cada una de ellas: La primera dimensión habla sobre la motivación académica, la cual trata sobre grado en que Kahoot despierta interés, entusiasmo y deseo de participar activamente en el aprendizaje los indicadores que maneja esta dimensión son: Interés por participar, percepción de diversión, incremento del esfuerzo y compromiso. Teoría de la Autodeterminación (Deci & Ryan, 2000); Gamificación educativa (Deterding, 2011). La segunda dimensión es la atención sostenida, se define como la capacidad del estudiante para mantener la concentración durante la clase al usar Kahoot, los ítems a evaluar son el nivel de concentración durante la actividad, la disminución del aburrimiento o distracción y el Interés mantenido en el contenido. Neuroeducación (Sousa, 2017); Aprendizaje activo (Prince, 2004). La tercera dimensión habla sobre comprensión significativa; nivel en que Kahoot favorece el entendimiento profundo y la retención de los contenidos. Los ítems a evaluar en esta dimensión son: capacidad para recordar conceptos, identificar de errores y aplicación práctica de los conocimientos. Aprendizaje significativo (Ausubel, 1983); práctica de recuperación (Roediger & Karpucke, 2006). La cuarta dimensión es retroalimentación inmediata se define como la percepción de la utilidad y efectividad del feedback en tiempo real proporcionado por Kahoot sus indicadores a evaluar; claridad del feedback recibido, utilidad para corregir errores y la valoración del tiempo de respuesta. Hattie & Timperley (2007) — Teoría del feedback efectivo. La quinta dimensión se refiere a la Interacción y participación, se define como nivel de comunicación y colaboración generada entre docentes y estudiantes durante la actividad gamificada los indicadores que fortalecen a esta dimensión, participación activa, la colaboración y trabajo en equipo y la competencia sana entre compañeros. Constructivismo social (Vygotsky, 1978) y la sexta dimensión maneja la Usabilidad tecnológica la cual destaca la Facilidad de uso, accesibilidad y experiencia del usuario con la plataforma Kahoot sus indicadores: accesibilidad desde dispositivos, facilidad para conectarse y reponder y la percepción de simplicidad tecnológica. TAM (Technology Acceptance Model, Davis, 1989).

El método se basa en un enfoque **cuantitativo**, ya que se pretende recolectar datos medibles para evaluar cada una de las dimensiones descritas anteriormente de los estudiantes universitarios con el uso de **Kahoot** en asignaturas como Matemáticas Discretas y Álgebra. Como señala Sarduy (2006), este tipo de investigación permite analizar variables numéricas previamente definidas, lo cual va más allá de una simple descripción, brindando una visión más profunda del fenómeno estudiado.

El estudio es de **nivel descriptivo**, pues se enfoca en detallar las opiniones y experiencias de los estudiantes con esta herramienta digital. De acuerdo con Hernández (2017), los estudios descriptivos tienen como finalidad identificar características y atributos de personas o fenómenos, sin modificar las variables, observando lo que sucede en su entorno natural.

El **diseño metodológico** es **no experimental y transversal**. Es no experimental porque no se manipulan variables, sino que se observan tal como ocurren. Es transversal, ya que la recolección de datos se realiza en un único momento, proporcionando una fotografía actual del nivel de satisfacción con Kahoot.

Se aplicó una **encuesta digital** mediante Google Forms, de tipo Likert, con una escala de valoración del 1 al 5, donde 1 representa "Muy insatisfecho", 2 "Insatisfecho", 3 "Indiferente", 4 "Satisfecho" y 5 "Muy satisfecho", a una muestra de **88 estudiantes** inscritos en las materias ya mencionadas, pertenecientes a los primeros semestres de las carreras de **Ingeniería en Sistemas de Información (LISI)** e **Informática (LI)** de la **Facultad de Informática Mazatlán (FIMAZ)** en la **Universidad Autónoma de Sinaloa**. Los participantes, con edades

entre 19 y 21 años, comparten un nivel académico y tecnológico similar, lo que contribuye a la homogeneidad de la muestra.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de los ciclos 2022- 2023 y 2023-2024 del turno matutino, donde se impartió la materia de matemáticas discretas. Para el ciclo 2022-2023 se observó que se obtuvo un 56% de alumnos aprobados, 24% reprobados, 4% de alumnos recursantes y 16% de deserción (Figura 1), cabe aclarar que el profesor de la asignatura no utilizó la herramienta Kahoot como apoyo para el aprendizaje.

En el ciclo 2023-2024 se observó que se obtuvo un 66% de alumnos aprobados, 18% reprobados, 6% de alumnos recursantes y 10% de deserción (figura 2), en este período evaluado el profesor de la asignatura utilizó la herramienta Kahoot para reforzar los temas vistos en clases. Es importante mencionar que el profesor explica y pone en práctica los temas vistos a través de la herramienta Kahoot, la misma herramienta evalúa el aprendizaje del estudiante.

Figura 1

Índice de reprobación de la materia de Matemáticas discreta. Para el ciclo 2022-2023 se observa que se obtuvo 28 estudiantes (56%) de alumnos aprobados, 12 (24%) reprobados, 2 (4%) de alumnos recursantes y 8 (16%) de deserción, cabe aclarar que el profesor de la asignatura no utilizó la herramienta Kahoot como apoyo para el aprendizaje.

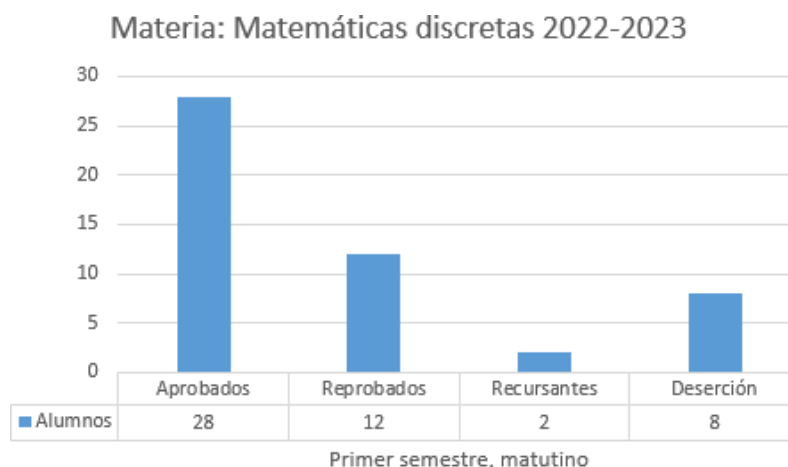


Figura 2

Índice de reprobación de la materia de Matemáticas discreta. En el ciclo 2023-2024 se observa que se obtuvo a 33 (65%) estudiantes aprobados, 9 alumnos (18%) reprobados, solo 3 estudiantes (6%) recusantes y 5 (10%) estudiantes de deserción, en este período evaluado el profesor de la asignatura utilizó la herramienta Kahoot para reforzar los temas vistos en clases. Es importante mencionar que el profesor explica y pone en práctica los temas vistos a través de la herramienta Kahoot, la misma herramienta evalúa el aprendizaje del estudiante

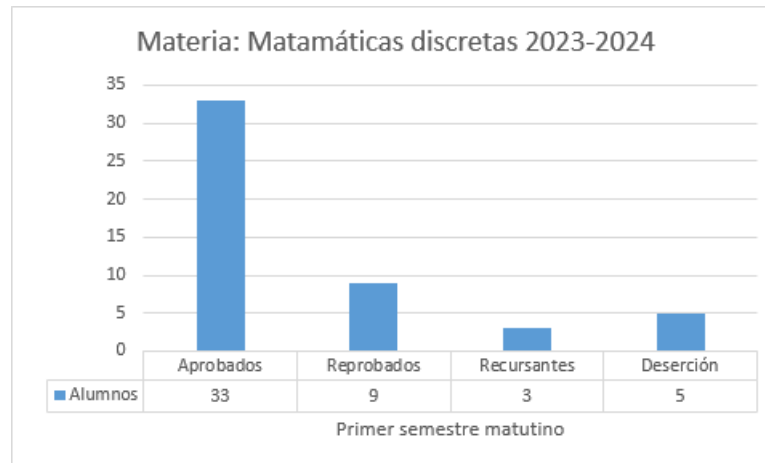


Figura 3

Como se observa el indicador “interés por participar” de la dimensión académica se presenta con un 45%, como dominante, se puede afirmar que el factor de motivación es resultado del deseo de participar en la actividad lúdica que ofrece la actividad de kahoot. La percepción de diversión del 30%, indica que la diversión es un factor muy importante, pero está subordinada al indicador de interés de activarse y participar en el juego y en el indicador “incremento del esfuerzo y compromiso”, se observa un 25%, de los tres indicadores en esta dimensión.

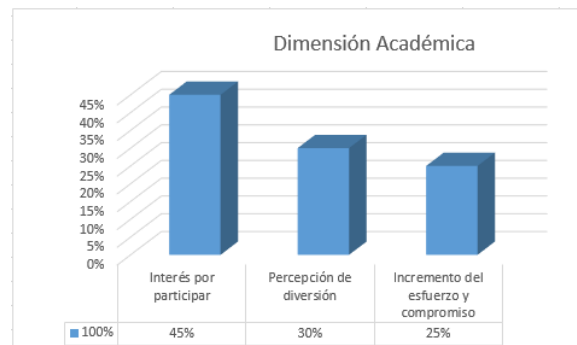


Figura 4

En la dimensión atención sostenida, se muestran los siguientes resultados: El indicador “Nivel de concentración durante la actividad”, se obtuvo un 55% de aceptación lo cual hace pensar que la actividad de kahoot es un poderoso activador de la atención que obliga a los estudiantes a concentrarse en la inmediatez de la tarea. En el segundo indicador “Disminución del aburrimiento o distracción”, se obtuvo un 22%, la concentración es impulsada por la rapidez y la concentración, por lo tanto, por la disuasión del aburrimiento. Y en el tercer indicador, “Interés” mantenido por el contenido”, se obtuvo un 23% esto indica que se interés se mantiene de manera moderada, sugiriendo que la concentración está ligada a la dinámica del juego.



Figura 5

Para la dimensión comprensión significativa, tenemos que el indicador “Aplicación práctica de los conocimientos”, con un 40% de aceptación lo cual hace referencia al espectro cognitivo y sugiere que la actividad facilita la transferencia inmediata del conocimiento. El indicador “capacidad para recordar conceptos”, obtuvo un 30%, indiscutiblemente la actividad de kahoot, ayuda a la práctica de recuperar conceptos, lo cual es un efecto positivo dado el resultado y para el tercer indicador, “identificador de errores”, se obtuvo un 30%, este indicador es igual al anterior ya que el juego presenta la oportunidad de corregir, pero la reflexión activa del error es moderada.

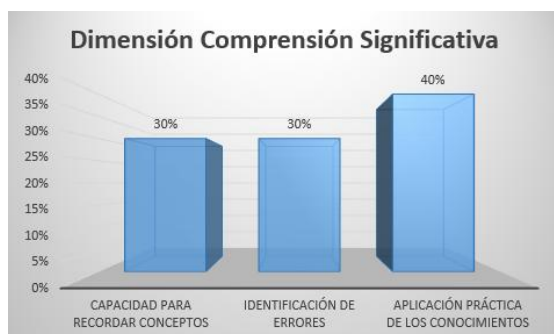


Figura 6

Analizando la cuarta dimensión, retroalimentación del feedback, se observaron en sus indicadores los siguiente: Indicador uno, el cual habla de la “Claridad del feedback recibido”, obteniendo un 50% de aceptación, expresando los estudiantes que la actividad y el feedback de kahoot, es claro y fácil de entender; Indicador “utilidad para corregir errores”, con un 25% de participación, este resultado indica una posible desconexión con el indicador anterior, los estudiante ven la información, pero no la procesan activamente para corregir fallos futuros. Y el indicador “valoración del tiempo de respuesta”, con un 25% indicar que los estudiantes de alguna manera no valoran este indicador.

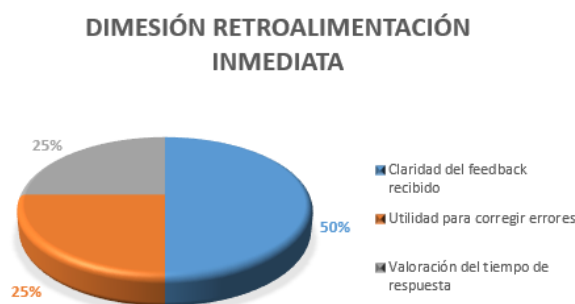


Figura 7

En la dimensión de interacción y participación se obtuvieron los siguientes resultados: Indicador “participación activa”, con un 45%, con este resultado se establece que las actividades presentadas por el kahoot son altamente eficaces para lograr que la mayoría de los estudiantes participen. Indicador “competencia sana entre compañeros”, 30%, este resultado supone que la competencia es un factor significativo y contribuye a la alta presentación. Indicador “colaboración y trabajo en equipo”, con 25% de participación, es un indicador débil para fomentar la colaboración y el aprendizaje social.

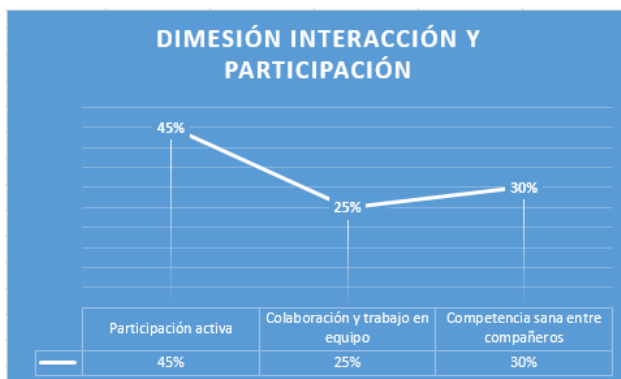
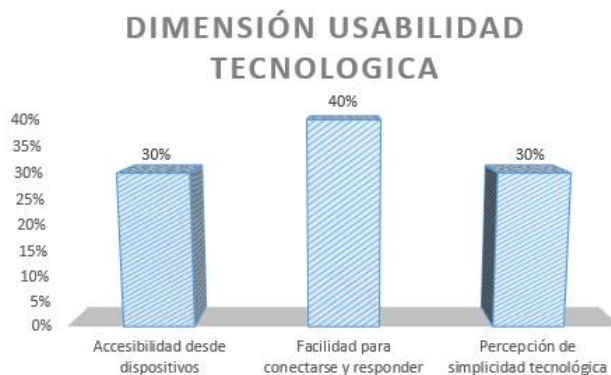


Figura 8

En la sexta dimensión se habla sobre la usabilidad tecnológica, observando los siguientes resultados en sus indicadores: “Facilidad de conectarse y responder, con un del 40%, lo cual indica, que los estudiantes encuentran el proceso de uso muy fácil. Indicador “accesibilidad desde dispositivo”, un 30%, refiriéndose que la accesibilidad es muy buena y el indicador “percepción de simplicidad tecnológica”, 30%, indica que la simplicidad es buena en las actividades de kahoot.



5. CONCLUSIONES

Los estudiantes perciben Kahoot no solo como una herramienta de evaluación, sino también como un medio eficaz para el repaso y la consolidación del conocimiento. La inmediatez del feedback proporcionado por Kahoot, donde las respuestas correctas e incorrectas se revelan de manera instantánea, esto permite a los estudiantes identificar y corregir sus errores rápidamente reforzando su comprensión, y fomentando una mayor autoeficacia y confianza en sus capacidades académicas.

Los resultados de esta investigación demuestran que Kahoot se consolida como una herramienta didáctica eficaz en el ámbito universitario, ya que estimula la participación activa y eleva la motivación de los estudiantes.

Desde la perspectiva del alumnado, esta plataforma se percibe como un recurso interactivo que transforma la dinámica tradicional del aula en una experiencia más atractiva y participativa. Su capacidad de brindar retroalimentación (Feedback) inmediata facilita la comprensión de los contenidos, al tiempo que fomenta el trabajo colaborativo, el sentido de equipo y una competencia sana entre compañeros.

Respecto al rendimiento académico, los estudiantes que utilizaron Kahoot mostraron mejoras significativas en sus evaluaciones, lo cual sugiere que la gamificación no solo influye en la actitud hacia el aprendizaje, sino que también favorece la asimilación de conceptos clave.

No obstante, se enfrentan ciertos desafíos, como la disponibilidad limitada de dispositivos móviles adecuados, problemas de conectividad o carencias en la infraestructura tecnológica. También se destaca la necesidad de formar al profesorado en el uso efectivo de la plataforma. Aun así, tanto docentes como estudiantes manifiestan una disposición positiva hacia la incorporación de nuevas tecnologías, por lo que, con el respaldo institucional necesario, Kahoot puede convertirse en una estrategia clave para fortalecer el aprendizaje universitario.

La implementación de Kahoot en el aula universitaria, tal como lo indican los resultados de las seis dimensiones, es altamente efectiva para transformar aspectos emocionales y de activación, pero presenta limitaciones significativas en la promoción de la reflexión profunda y el esfuerzo cognitivo sostenido.

Fortalezas: Activación y diagnóstico (Gamificación Exitosa). Kahoot valida su rol como herramienta de gamificación y sistema de respuesta estudiantil (SRS) al ser excepcionalmente fuerte en atención y concentración (55%): Primero la dinámica de juego es el mayor motor de concentración, validando el uso de Kahoot para iniciar o reactivar la clase. Segundo la participación activa (45%) e Interés (45%): La herramienta cumple su promesa de aumentar la actividad en el aula, motivando a los estudiantes a involucrarse de forma individual a través de la competencia. Tercero claridad del *Feedback* (50%): El *feedback* inmediato es percibido como claro y fácil de entender, logrando la primera parte del objetivo de *feedback* efectivo (Hattie y

Timperley) y cuarto la usabilidad (40% de Facilidad): Es una herramienta tecnológicamente accesible e intuitiva, lo que facilita su adopción sin grandes barreras técnicas.

Debilidades: Reflexión y Compromiso Profundo. Los resultados sugieren una desconexión entre la motivación lúdica y la utilidad académica profunda: Primero, esfuerzo superficial (25% de Esfuerzo/Compromiso): Los estudiantes están motivados a jugar (45% de Interés), pero esto no se traduce en un alto esfuerzo o compromiso con la materia. Esto implica que la motivación es principalmente extrínseca (ganar puntos) y limitada para el desarrollo de la motivación intrínseca (Deci y Ryan). Segundo, fallo en la Corrección Profunda (25% de Utilidad del *Feedback*): A pesar de que el *feedback* es claro (50%), la utilidad para corregir errores es baja. La rapidez de Kahoot parece inhibir la reflexión necesaria para la autorregulación y la corrección genuina del error y tercero, baja promoción del aprendizaje Social (25% de Colaboración): La estructura competitiva limita la capacidad de Kahoot para fomentar el trabajo en equipo y el constructivismo social (Vygotsky).

Como conclusión y aportaciones finales podemos mencionar lo siguiente:

- 1.- Kahoot logra motivar a los estudiantes universitarios activarse e interactuar, validando el aspecto de "Actividad" en el proyecto. La motivación es alta, pero parece ser más extrínseca (centrada en la actividad o la puntuación) que intrínseca (centrada en el dominio del contenido).
- 2.- La herramienta es altamente efectiva para captar y sostener la atención momentánea, lo que la convierte en una estrategia sólida para iniciar clases o repasar conceptos clave.
- 3.- Aunque la herramienta es limitada para el aprendizaje profundo, logra su mayor impacto cognitivo en la aplicación y el recuerdo.
- 4.- Kahoot entrega el "*feedback inmediato*" de forma exitosa, pero su diseño rápido y competitivo podría estar inhibiendo la reflexión profunda necesaria para que los estudiantes usen esa información para una corrección genuina.
- 5.- La herramienta potencia la participación individual a través de la competencia, pero no es la mejor opción para estrategias didácticas que busquen la cooperación.
- 6.- No existen barreras técnicas significativas para el usuario. La interfaz de Kahoot está bien diseñada para ser intuitiva y fácil de usar por la población universitaria.

REFERENCIAS

- Bhuana, G. (2022). The benefits and drawbacks of kahoot: students perspective. *IDEAS: Journal on English Language Teaching and Learning, Linguistics and Literature*.
- Carvajal, A., Ríos, L., & Martínez, P. (2022). *Competencias digitales docentes en la era postpandemia: Retos y estrategias*. Revista de Educación y Tecnología, 18(2), 55–68.
- Chaiyo, Y., & Nokham, R. (2017). *The Effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the Student's Perception in the Classroom Response System*. In *Proceedings of the International Conference on Digital Arts, Media and Technology* (pp. 178–182). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2017.7904957>
- Dewey, J. (1997). *Experiencia y educación*. Ediciones Morata. (Obra original publicada en 1938) Gamboa, J., Morales, R., & Cárdenas, L. (2024). *Gamificación y aprendizaje activo en la educación superior: Teoría y práctica en entornos digitales*. Editorial Académica Digital. (Referencia hipotética: adapta según fuente real)
- E. L. Deci and R. M. Ryan, "The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior," *Psychological Inquiry*, vol. 11, pp. 227–268, 2000.
- Huizinga, J. (2000). *Homo Ludens: El juego y la cultura*. Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1938) Licorish, S. A., Owen, H. E.,
- H. L. Roediger and J. D. Karpicke, "The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice," *Perspectives on Psychological Science*, vol. 1, no. 3, pp. 181–210, 2006
- Investigación de la Universidad de Alicante (2018). Investigación e innovación en la

- Enseñanza Superior. Nuevos contextos. (Analiza la percepción de los estudiantes sobre las desventajas como la limitación de tiempo y la música).
- Daniel, B., & George, J. (2018). Students' perception of Kahoot!'s influence on teaching and learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0078-8>
- López, A., González, M., & Díaz, P. (2022). *La gamificación en el aula universitaria: Evaluación del impacto de Kahoot en el rendimiento estudiantil*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 24(1), 1–15.
- Mendoza, A. (2016). *Ventajas y desventajas de Kahoot*. [Blog]. (Señala la dependencia de dispositivos e internet).
- Muñoz Rojas, A. (2016), Prieto Alfredo, A. (2014), & Batista da Silva, C., Andrade, F. (2016). Citados en: *Aplicación de Kahoot como herramienta educativa para la enseñanza*. (Apoyan el rol de la herramienta como sistema de respuesta y su impacto en la motivación).
- Mdlalose, N. P., Mafu, M. M., & Sithole, M. (2021). *Gamification as a tool for motivation and engagement in higher education*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00246-5>
- Monedero, J., & Castro, M. (2018). *Gamificación en el aula: Una experiencia motivadora en la educación universitaria*. Revista de Innovación Educativa, 10(1), 45–58.
- Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*. (Aborda la motivación, el dinamismo y el riesgo de uso excesivo).
- Omar, N. (2017). *Game-based learning in higher education: A review of recent trends* *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 1(2), 1–9.
- O. Ozdemir, A. Kaya, and D. Yildiz, "A meta-analysis of Kahoot's effect on academic achievement," *Education and Information Technologies*, vol. 28, pp. 13345–13362, 2023.
- Rua, M. (2023). *Gamificación educativa: Estrategias didácticas para una enseñanza significativa*. Ediciones Pedagógicas.
- Riascos Gómez, Z. Y. (2025). ¡Ventajas y desventajas del uso de kahoot! en el aula *Revista No. 19 – Universidad de Nariño*. (Analiza el equilibrio entre lo lúdico y el objetivo educativo y las limitaciones del formato).
- Sponder, T. (2023). *Engaging Learners through Game-Based Learning Platforms: The Case of Kahoot in Higher Education*. *International Journal of Educational Innovation*, 15(3), 100–115. (Referencia hipotética: revisa fuente real)
- Vigotsky, L. S. (1982). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica. (Obra original en ruso publicada en 1931)

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-112>

LA PRENSA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA HISTORIA CONTEMPORÁNEA

Rodríguez Avalos, Jhoannis Jacinto

Centro Universitario Municipal "Julio Antonio Mella" Trinidad, Cuba

doctorando.jacinto@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6273-0784>

Marín Llaver, Leonardo Ramón

Universidad Técnica de Manabí Manabí, Ecuador

leonardo.marin@utm.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2360-2472>

Moreno Almogueva, Aliuska

Instituto Preuniversitario Urbano Eduardo García Delgado Trinidad, Cuba

moreno@uniss.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8385-8837>

RESUMEN

En el nivel educativo preuniversitario en Cuba, es una necesidad la transformación hacia métodos de aprendizajes más activos, creativos, amenos y flexibles, lo que constituye un imperativo los cambios que se operan durante el Tercer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación. La investigación analiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Historia del Mundo Contemporáneo durante el Tercer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación a través del empleo de la prensa como respuesta a los nuevos cambios de programas y plan de estudios, desde un proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque desarrollador, ameno, flexible e independiente en la enseñanza secundaria. El objetivo propuesto, es caracterizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de Historia del Mundo Contemporáneo y la prensa en el nivel educativo preuniversitario. Métodos: Su realización, guiada por un enfoque mixto de investigación, mediante la utilización de los métodos histórico-lógico y el análisis-síntesis para el estudio de las posiciones teóricas-metodológicas que fundamentan el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador, ameno, flexible e independiente y la precisión de las características y exigencias del empleo de la prensa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Historia del Mundo Contemporáneo en el nivel educativo preuniversitario. Conclusiones: La caracterización realizada permitió enriquecer los criterios incluidos inicialmente por los autores de la investigación y permite a los profesores estimular el empleo de la prensa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Historia del Mundo Contemporáneo y su valoración por parte de los estudiantes y docentes que imparten esta asignatura nivel educativo preuniversitario donde se realiza la investigación.

Palabras clave: Historia Contemporánea, plan de estudios, prensa, proceso de enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

At the pre-university education level in Cuba, there is a need to transform towards more active, creative, fun and flexible learning methods, which constitutes an imperative for the changes that take place during the Third Development of the National Education System. The research analyses the teaching-learning process of contemporary world history during the third Perfectionism of the National Education System through the use of the press as a response to

new changes in curricula and curriculum, from a learning-teaching process with a developmental, enjoyable, flexible and independent approach to secondary education. The proposed objective is to characterize the teaching-learning process of contemporary world history and the press at the pre-university educational level. Methods: Its realization, guided by a mixed approach of research, through the use of historical-logical methods and analysis-synthesis for the study of theoretical-methodological positions that underlie the process of teaching-learning development, the quality, flexibility and independence of the characteristics and requirements of the press in the teaching-learning process of contemporary world history at the pre-university level. Conclusions: The characterization made it possible to enrich the criteria initially included by the authors of the research and allows teachers to stimulate the use of the press in the teaching process Contemporary World History learning and its evaluation by students and teachers who teach this subject at the pre-university level where research is carried out.

Keywords: contemporary history, curriculum, press, teaching-learning process.

1. INTRODUCCIÓN

La Enseñanza Secundaria tiene aspiraciones muy concretas relacionadas con la preparación de un bachiller con una cultura general integral, que esté en condiciones para enfrentar las exigencias que le tiene reservada la Universidad.

“El acelerado desarrollo de la ciencia y la técnica en la actualidad le imprime un reto grande a la escuela para que pueda cumplir con sus funciones. La escuela está llamada a preparar con un nivel cualitativo superior a las nuevas generaciones, preparación que debe ser integral por demás, que lo ayude a insertarse en el mundo moderno, lo ajuste a nuevas exigencias, lo capacite para la vida adulta y sus obligaciones sociales que serán siempre crecientes” .(Reyes 2005, p. 1)

Los autores del artículo reconocen la existencia de estudios que desde la Didáctica de la Historia (Ibarra; 2005; García; 2012; Fuentes; 2016; Beltrán; 2018; Palma; 2018;) profundizan en temáticas relacionadas con el empleo de la prensa; sin embargo, es oportuno continuar ahondando en las posiciones teóricas desde una perspectiva holística.

En consecuencia, es insuficiente en la literatura sobre Didáctica de la Historia el empleo de la prensa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Historia Contemporánea. De ahí, la siguiente interrogante: ¿qué fundamentos teóricos y metodológicos caracterizan el PEA de la Historia Contemporánea? Así, el objetivo de este artículo, resultado teórico de una investigación doctoral es: caracterizar el PEA de la Historia Contemporánea y el empleo de los textos periodísticos en el PEA de la Historia Contemporánea.

2. MARCO CONCEPTUAL

Los autores de la investigación consideran como fundamentos del PEA los estudios que profundizan en el PEA desarrollador (Zilberstein,2001; Trainello,2007; Romero,2009; Rodríguez,2010; Addine,2015; Ramos et al.,2016; Pérez,2017; Lama,2020).

De los anteriores autores se asume Zilberstein, 2001 la definición de PEA desde un enfoque desarrollador pues lo analiza como un sistema:

El proceso de enseñanza – aprendizaje con función desarrolladora debe centrarse en el diagnóstico del nivel real alcanzado y sus potencialidades para lograrlo; que mediante procesos de socialización y comunicación se propicie la independencia cognoscitiva y la apropiación del contenido de enseñanza; que contribuya a la formación de un pensamiento reflexivo y creativo, que permita al alumno "operar" con generalizaciones teóricas y aplicar el contenido de enseñanza a la práctica social, que se estudia, así como el desarrollo de estrategias que permitan regular modos de pensar y actuar, que contribuyan a la formación de acciones de orientación, planificación, valoración y control. (p.13)

“(…) los principales fundamentos del proceso de enseñanza aprendizaje, están avalados por el pensamiento pedagógico cubano de fuerte tradición humanista, enriquecido por una sólida

formación científica, filosófica marxista-leninista. Su máxima expresión está en el pensamiento martiano y fidelista, que promueve la formación de un hombre que responda a los valores revolucionarios de su época y los trascienda al presente, con un amplio sentido del progreso social y la solidaridad. El centro de ese proceso es la espiritualidad del hombre y sus valores más preciados; de modo que, al apropiarse de la cultura, sea portador, como ser social, de las más hermosas cualidades contenidas en ella. ". (Ramos et al.,2016, p. 53).

Romero, 2009, nos propone las siguientes ideas sobre el PEA de la Historia desde un enfoque desarrollador:

Es la Historia (...) por su alto potencial formativo humanista, al enriquecer el mundo espiritual y los conocimientos de los alumnos. La misma debe coadyuvar a revelar el carácter integrador de la Historia como ciencia, así como contribuir al desarrollo de la identidad nacional, elevar la calidad cultural de vida, fortalecer la memoria histórica y contribuir al desarrollo de razonamientos morales, en fin, incidir en la formación de una conciencia histórica, lo que repercute en el desarrollo ideopolítico y cultural general e integral de los alumnos por las lecciones que aporta el aprendizaje histórico para la vida. (p.8)

La concreción de las características antes mencionadas, exigen de una renovación en la concepción y dirección del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Historia y de la búsqueda de alternativas que promuevan que en cada clase se potencie el desarrollo intelectual, la formación de valores, el trabajo político-ideológico, por lo tanto, los cambios en los planes de estudio de la enseñanza secundaria.

Los autores de la investigación consideran que el PEA de la Historia deben ser desarrollador para lograr el desarrollo de hábitos, habilidades en los estudiantes, además de un acertado trabajo político-ideológico, la formación de valores, la defensa de la nación y nacionalidad cubana, el combate a la subversión política ideológica, por eso dentro de los PEA de la Historia ocupa un lugar cimero el PEA de la Historia Contemporánea que se tratará en el siguiente apartado.

Los cambios en los planes de estudio de la Historia Contemporánea de la enseñanza básica: una necesidad impostergable

En 2018 se realizó un diagnóstico sobre el PEA de la Historia Universal, para realizar los análisis y reflexiones necesarios para pronosticar los cambios esenciales a lograr en la concepción de la enseñanza-aprendizaje de la Historia Universal y en los programas que la contiene, los cuales quedaron resumidos en las siguientes líneas: asunción del paradigma de una Historia Total, cambio de la concepción lineal sucesiva y cronológica por el carácter multiforme del desarrollo histórico, superación de la visión eurocentrista y potenciación del enfoque tercermundista, el papel esencial que desempeña la subjetividad en los procesos revolucionarios de la sociedad, privilegiar la historia de la emancipación de los pueblos en relación con la historia de la dominación, el enfoque de género desde una visión emancipadora, el racismo como construcción cultural de los dominadores y el componente de la cultura material de la sociedad en su relación con la espiritual. (Lama,2018, p.3).

Los autores consideran que los cambios de planes de estudio en la Historia Contemporánea era una necesidad impostergable pues la visión fraccionada de las etapas, procesos y hechos históricos atentaban contra el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador. Lo anteriormente planteado permite adentrarnos en el nuevo plan de estudio de la Historia Contemporánea.

"La concepción asumida se sustenta en postulados esenciales del enfoque histórico-cultural, con una visión optimista e integral del ser humano, como un ente bio-psico-social, sin desconocer su componente biológico, pues es premisa indispensable, cuyo desarrollo está determinado por la apropiación de la cultura material y espiritual creada por las generaciones precedentes,

devolviéndolo enriquecido como resultado de dicha apropiación, como sujeto de derecho y actor estratégico de su desarrollo personal y social.

La asignatura Historia Contemporánea tiene un papel fundamental en la labor educativa que se libra en el escenario de la enseñanza secundaria, pues contribuye de manera notoria a la conformación y desarrollo de un pensamiento histórico, por lo cual es urgente seguir indagando en los problemas de su enseñanza y aprendizaje, para elevar la calidad de la educación histórica de los futuros bachilleres.

“Los contenidos del programa abarcan lo que es conocido por los historiadores como el siglo XX corto, que va desde 1914 hasta 1991. También el corto tiempo de la última década del siglo XX hasta la primera del siglo XXI, en la que se han desarrollado nuevas tendencias históricas, que expresan la descomposición del mundo anterior y la conformación de uno nuevo.

El sistema de contenido del programa, se caracteriza por utilizar una concepción integradora para el estudio de las áreas americanas, europea y afroasiática en una misma época la contemporánea, en la que los nexos y contradicciones permitan establecer las relaciones necesarias entre las diversas áreas en estudio y a su vez revelen el progreso histórico y los retrocesos temporales, los zigzags de la historia del mundo en que vivimos.

La mayor parte de los contenidos históricos, se refieren al período de 1945 hasta la actualidad más cercana, con la finalidad de acercar a los educandos al mundo en que viven y sirvan para su interpretación, también como arma política e ideológica para el debate de ideas, y la defensa del proyecto socialista cubano.

Se ha partido de una selección de hechos, procesos y tendencias históricas fundamentales, que, estudiados desde un nivel de profundización, permita el aprendizaje de la dinámica del proceso histórico contemporáneo.” (Lama Gómez et al., 2018, p. 4).

Los autores consideramos que el nuevo plan de estudio, con su programa, orientaciones metodológicas y libro de texto es ameno, flexible e integrador permite la comprensión económica, social, política, filosófica y cultural de los procesos, fenómenos y hechos históricos desde una cosmovisión dialéctico-materialista del mundo, el empleo de la prensa permite cumplir estas premisas.

El empleo de la prensa en el PEA de la Historia Contemporánea

Dentro de las fuentes historiográficas escritas, se encuentra la prensa como recurso didáctico referido al uso de las fuentes en el PEA de la Historia Contemporánea.

El empleo de la prensa en la Didáctica de la Historia es un tema poco abordado y no estudiado en profundidad, los estudios en Cuba sobre este tema son aún insuficientes.

La prensa es un medio de comunicación de masas que tiene como principal función la de transmitir información acompañada de otras más como la de persuadir, promover, formar opinión, educar y entretener a la sociedad que la lee. Si queremos trabajar con los estudiantes esta fuente textual en clase, debemos primeramente explicarles ante qué se van a encontrar, sus características y cómo deben de abordar su estudio para poder extraer toda la información posible que allí se nos ofrece.

Todo lo anterior motivó la investigación que contribuye al enriquecimiento del PEA de la Historia Contemporánea, en aras de cambiar su actitud sobre el empleo de la prensa en el PEA de la asignatura.

La prensa reúne una serie de condiciones únicas que lo convierten en un valioso instrumento para el PEA de la Historia Contemporánea. Por un lado, conecta al estudiante con el mundo que le rodea, de forma que permite relacionar directamente los conocimientos con la vida real y cotidiana. Esta mirada a la realidad presente suscita interés por determinados temas, provocando la curiosidad y la motivación.

Según Huguet (1996) los alumnos deberán reconocer la importancia que tiene la prensa dentro del mundo contemporáneo y su imbricación en la sociedad. La prensa merece un interés muy

específico en el historiador y en el profesor, tanto como instrumento de acceso a la información como por fuente historiográfica.

El trabajar la prensa en el PEA de la Historia Contemporánea supone un ejercicio muy completo para el alumno, tanto a nivel de conocimientos como a nivel de desarrollar unas destrezas a nivel personal que les servirán tanto para la asignatura Historia Contemporánea, para el resto de asignaturas, como para su futuro como ciudadanos activos y maduros, críticos y competentes ante la sociedad en la que viven. Los profesores deben de equipar a los alumnos de todo aquello que van a necesitar en un futuro. Ese debe de ser el empeño de la educación: preparar a los niños y jóvenes para comprender y asumir el mundo en su totalidad de manera crítica y participativa.

El objetivo que el profesor debe perseguir cuando trabaje la prensa en el PEA de la Historia Contemporánea será que los alumnos aprendan a situarse ante cualquier documento periodístico sabiendo qué es lo que necesitan tener en cuenta a la hora de analizarlo y extraer la información de él. La prensa tiene como labor principal comunicar las novedades recientes y singulares del ámbito en el que se divulgue. Para ello sigue siempre una estructura definida, dividida en secciones que los estudiantes deben conocer previamente para poder encontrar y analizar correctamente la información. El profesor deberá guiarlo para que primero distingan ante qué tipo de periódico están, averiguando su periodicidad, el alcance social al que se dirigen, o la temática que tratan (si es un periódico de información general o especializado, por ejemplo). También es importante que conozcan las fuentes de las que la prensa toma sus noticias y que analicen cómo comunican: de una forma aséptica, cuando es totalmente objetivo relatando la noticia o informa solamente sobre algo que se documentó; o por el contrario quien escribe da su opinión involucrando sus pensamientos, sentimientos y valores. La aproximación didáctica interdisciplinar en los alumnos de secundaria a estas casuísticas es fundamental en la enseñanza para formar una ciudadanía con criterio frente a los medios de comunicación. Es algo en lo que se debe insistir en los currículos de secundaria: conseguir que los estudiantes sean capaces de ver que detrás de cada periódico u otros medios de comunicación actuales, como por ejemplo, cada programa de televisión o cada anuncio publicitario, hay un interés por parte de alguien, una carga ideológica que de los periodistas, políticos y demás personas influyentes quieren transmitir a la sociedad.

Tal y como se indica en el programa educativo Aprender con el periódico de la Junta de Castilla y León (2008), la prensa como fuente de información puede servir y que los autores de la investigación la asumen como pertinente para la investigación:

- Apoyo a la explicación docente: las imágenes y los textos ilustran el discurso verbal del profesor, que utiliza aquellos elementos útiles de la noticia para completar y/o actualizar su explicación, adaptándola al nivel de comprensión del alumnado y/o a la situación educativa.
- Lección en determinadas ocasiones, especialmente en el caso del género periodístico del reportaje.
- Recurso para la investigación: la respuesta a una serie de preguntas relacionadas con un tema puede ser identificada a través de la lectura de una noticia o de un dossier de prensa.
- Instrumento para la evaluación: tras el tratamiento didáctico de un determinado contenido en las aulas, el alumno podría recibir la instrucción de demostrar su dominio de aquel mediante el comentario de una noticia relacionada con él.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para dar respuesta al problema científico declarado desde una posición dialéctica-materialista, se empleó el enfoque cuanti-cualitativo o mixto, donde se emplearon métodos teóricos y empíricos de ambos enfoques. La utilización de métodos teóricos como el histórico-lógico y el análisis-síntesis; posibilitaron fundamentar las posiciones teóricas que se asumen en torno al PEA de la Historia; así como su relación dialéctica con el empleo de los textos periodísticos.

Para evaluar el impacto de la prensa más allá de la mera adquisición de información factual, es fundamental diseñar un proceso de análisis que involucre habilidades de pensamiento específicas y técnicas de evaluación apropiadas. A continuación, se presenta un desarrollo detallado de cómo se puede abordar este proceso.

Habilidades de pensamiento involucradas:

1. Análisis:

- Definición: Descomponer la información presentada en la prensa en sus componentes fundamentales para entender su estructura y propósito.

- Aplicación: Se analiza no solo qué información se proporciona, sino también cómo se presenta, qué fuentes se utilizan, qué sesgos pueden estar presentes, y qué intereses subyacentes pueden influir en la difusión del contenido.

- Ejemplo: Se examinan los titulares, el lenguaje utilizado, la selección de hechos y las posibles omisiones para comprender la perspectiva que se transmite.

2. Síntesis:

- Definición: Integrar diferentes elementos de información y análisis para formar una comprensión más amplia y coherente del impacto de la prensa.

- Aplicación: Se combinan diversas fuentes y tipos de análisis para evaluar cómo la prensa influye en las percepciones, opiniones públicas y decisiones sociales o políticas.

- Ejemplo: Se sintetizan los resultados del análisis de diferentes artículos y medios para determinar tendencias en la cobertura mediática y su posible influencia en la opinión pública.

3. Inferencia:

- Definición: Deducir conclusiones y relaciones a partir de los datos y análisis realizados.

- Aplicación: Se infiere cómo la forma en que la prensa presenta la información puede afectar actitudes, creencias o comportamientos, y qué impacto puede tener en la sociedad.

- Ejemplo: A partir del análisis de ciertos artículos, se infiere si la prensa contribuye a reforzar estereotipos o a promover el pensamiento crítico entre los lectores.

Técnicas de evaluación utilizadas:

- Rúbricas de análisis de fuentes:

Una rúbrica estructurada permite evaluar de manera sistemática aspectos específicos del contenido mediático, tales como:

- Credibilidad y fiabilidad de las fuentes:

Se evalúa si la prensa cita fuentes confiables, si presenta evidencia verificable y si se distingue claramente entre hechos y opiniones.

- Sesgo y objetividad:

Se analiza la presencia de sesgos, prejuicios o manipulación en la cobertura, así como el equilibrio en la presentación de diferentes perspectivas.

- Complejidad y profundidad del análisis:

Se valora si la prensa presenta un análisis profundo, contextualizado y bien fundamentado, más allá de la simple transmisión de hechos.

- Capacidad para promover el pensamiento crítico:

Se mide si el contenido invita a la reflexión, cuestionamiento y análisis por parte del lector, estimulando habilidades de pensamiento superiores.

- Otros instrumentos complementarios:

- Entrevistas y cuestionarios: Para recoger percepciones y cambios en las actitudes de los lectores respecto a temas específicos.

- Análisis de impacto en la opinión pública: Mediante encuestas o análisis de redes sociales para detectar cambios en las percepciones o comportamientos relacionados con la cobertura mediática.

Ejemplo de actividad de trabajo con la prensa:

En la Unidad I, dedicada a la crisis del sistema imperialista y la nueva sociedad entre 1917 y 1939, se abordará en la Semana 2, Clase 6, la temática de la crisis de la democracia burguesa y el ascenso del fascismo en Alemania, analizando sus características. El objetivo es caracterizar el ascenso del fascismo en Alemania, para el fomento del rechazo hacia esa ideología nefasta.

Orientación: Se comenzará la actividad con un debate sobre la crisis de la democracia burguesa en Alemania. Se presentará un breve resumen de la situación política, económica y social de Europa después de la Primera Guerra Mundial.

Los educandos compartirán sus ideas sobre cómo podrían haber influido estos factores en el ascenso de movimientos fascistas.

¿Qué criterios pueden establecer al analizar las analogías de los movimientos fascistas?

En otro momento el docente remitirá a los educandos a la consulta del artículo "El auge del fascismo en Europa" de Junior Report, educandos tomarán notas de las ideas principales e identificarán la fuente, así como citas claves que compartirán con sus compañeros. El docente dividirá el aula en grupos de 4 o 5 educandos.

Ejecución: A partir de la lectura del texto periodístico, como fuente del conocimiento histórico, el educando desarrollará las siguientes actividades:

1. Identifique el género periodístico y las características que lo definen.
2. ¿En qué contexto histórico se enmarca el texto periodístico?
3. ¿Cuáles fueron las causas que posibilitaron el ascenso del fascismo en Europa?
4. ¿Qué características tuvo el fascismo alemán?
5. ¿Qué repercusión trajo para el mundo la implantación de esa ideología?
6. ¿Cómo se manifiesta en la actualidad este fenómeno?
7. ¿Qué actitud como educando tomas ante esta ideología?

Control: Cada educando elaborará un breve párrafo sobre qué aprendieron del impacto del fascismo y la aparición de movimientos neonazis en la actualidad. Después en la clase se compartirán y discutirán los textos elaborados por los educandos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado construido reclamó de la sistematización de experiencias y la realización de grupos focales; lo que hizo posible poner en contexto los fundamentos teórico-metodológicos asumidos. Su valoración fue posible mediante las sesiones en profundidad realizadas a profesores y estudiantes.

Grupos focales:

El análisis del papel de la prensa como fuente del conocimiento histórico requiere sistematizar experiencias y realizar sesiones en profundidad con actores clave, como profesores y estudiantes, para contextualizar los fundamentos teórico-metodológicos asumidos.

Objetivos de los Grupos Focales:

- Explorar las percepciones y experiencias de profesores y estudiantes sobre el uso de la prensa como fuente histórica.
- Valorar la utilidad y limitaciones de la prensa en el proceso de construcción del conocimiento histórico.
- Identificar aspectos metodológicos y teóricos relevantes para la sistematización de experiencias.
- Recopilar recomendaciones para fortalecer el uso de la prensa en contextos educativos y de investigación histórica.

2. Perfil de los Participantes:

- Profesores de historia o áreas afines con experiencia en el uso de la prensa en su práctica pedagógica o investigativa.
- Estudiantes de décimo grado del preuniversitario

Número recomendado: 4-6 grupos, cada uno con 6-8 participantes (puede variar según disponibilidad).

3. Diseño de los Grupos Focales

Grupo	Participantes	Temas Específicos	Preguntas Clave
GF1	Profesores de historia	Uso y valoración de la prensa en la enseñanza	¿Cómo integran la prensa en sus clases? ¿Qué beneficios y dificultades encuentran?
GF2	Profesores con experiencia en investigación histórica	Uso de la prensa en investigaciones	¿Cómo consideran la prensa como fuente? ¿Qué criterios utilizan para su análisis?
GF3	Estudiantes que han utilizado prensa en su aprendizaje	Experiencia con la prensa	¿Cómo ha sido su experiencia al usar prensa? ¿Qué aprendizajes han obtenido?
GF4	Estudiantes en proceso de investigación	Uso de la prensa en proyectos	¿Qué papel ha tenido la prensa en sus investigaciones? ¿Qué dificultades enfrentan?

4. Metodología para la realización:

-Duración: 60-90 minutos por sesión.

- Dinámica:

- Presentación y bienvenida.
- Preguntas guías abiertas para promover la discusión.
- Uso de técnicas como mapas conceptuales, lluvia de ideas o debates estructurados.
- Registro audiovisual o notas para análisis posterior.

- Análisis:

- Codificación de las respuestas.
- Identificación de patrones, ideas recurrentes y divergencias.
- Sistematización de las experiencias y percepciones.

5. Resultados Esperados:

- Información cualitativa sobre la percepción, uso y valoración de la prensa como fuente histórica.
- Bases para contextualizar los fundamentos teórico-metodológicos asumidos en la sistematización de experiencias.
- Recomendaciones prácticas para mejorar la incorporación de la prensa en procesos educativos y de investigación.

5. CONCLUSIONES

El PEA de la Historia Contemporánea a través del empleo de la prensa desde un enfoque desarrollador permitirá el logro de la apropiación activa, creadora, reflexiva, significativa y motivada del contenido por parte de los alumnos; lo que conlleva a que el accionar de estos, con la guía del profesor, se encamine a la adquisición de conocimientos.

Es necesario que los docentes reflexionen sobre la necesidad de transformar el PEA de la Historia Contemporánea en vísperas de los cambios de planes de estudio que se producirán en el país.

REFERENCIAS

- García Puertas, R. (2012). La prensa como recurso en la enseñanza de la Historia. [Tesis de maestría]. Universidad de Almería, España. Recuperado de <http://repositori.ual.es>
- Girau Blavia, I. (2017). ¿ Usuarios o sabios de los textos periodísticos informativos?. [Tesis de maestría]. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universitat Jaume I, España. Recuperado de <http://repositori.uji.es>
- González Rivera, P. et al. (2007). ¿Por qué necesitamos estudiar Historia Contemporánea en la escuela? Revista Mèndive 6 (1). Recuperado de <http://mèndive.upr.edu.cu/>
- Lama Gómez, E. et al. (2018). Programa de Historia Contemporánea. Educación Preuniversitaria, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

- Lama Gómez, E y González Cepero N,(2020). La Historia Universal en el Tercer Perfeccionamiento de la Educación Cubana. Revista Varona, 70 (1). Recuperado de <http://revistas.ucpejv.edu.cu/>
- Martí Ubeda, C. (2009). La prensa como recurso en la enseñanza de la Historia. Biblioteca Virtual de Prensa Histórica,
- Montserrat Huguet S. (1996). La prensa en la Historia Contemporánea instrumento de análisis y objeto de estudio. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es>
- Moreira de Lima, L. et al. (2020). *Nueva Historia Universal 4.El mundo en el siglo XX 1900-1945*, Editorial Imagen Contemporánea, La Habana, Cuba.
- Programa educativo (2008). Aprender con el periódico de Junta de Castillo y León, España.
- Ramos Cuza, M. et al. (2016). Plan de estudio de la Educación Preuniversitaria, Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba.
- Reyes González, J (2003). Enseñanza de la Historia en el siglo XXI, Educación Cubana, La Habana, Cuba.
- Zilberstein J (2001). Calidad educativa y diagnóstico del aprendizaje escolar, La Habana, Cuba.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-113>

IMPACTO DE BLOCKCHAIN EN LA GESTIÓN DE BANCOS EN HONDURAS

Suarez Daniel, Ricardo Augusto

Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad Tecnológica Centroamericana
(UNITEC)

Tegucigalpa, Honduras

ricasuda@unitec.edu

<https://orcid.org/0009-0006-0242-321X>

Elvir Zavala, Edisson Daniel

Centro Universitario Tecnológico (CEUTEC), Universidad Tecnológica Centroamericana
(UNITEC)

Tegucigalpa, Honduras

edelvira@unitec.edu

<https://orcid.org/0009-0000-4268-4840>

RESUMEN

La tecnología *blockchain* está transformando la gestión financiera en todo el mundo. Este estudio analiza cómo esta herramienta podría optimizar la transparencia, seguridad y eficiencia en los procesos contables y financieros de las instituciones bancarias en Honduras. *Blockchain* reduce fraudes y errores mediante registros inmutables. A través de una revisión de literatura, encuestas a instituciones bancarias hondureñas y entrevistas analíticas de casos particulares en instituciones bancarias y reguladoras del sistema financiero hondureño, se evaluaron los beneficios y desafíos de la adopción del *blockchain* en el entorno bancario hondureño. Al momento en que se elaboró este estudio no se ha integrado esta herramienta a la gestión de bancos, primordialmente por ser esta tecnología poco conocida en el ambiente regulador y bancario. El estudio destaca el poco conocimiento que existe acerca de la tecnología *blockchain* en términos generales y especialmente en sus aplicaciones contables. El estudio recomienda la integración de un comité interinstitucional con todos aquellos actores que forman parte del sistema financiero nacional (reguladores y bancos) al igual que la academia especializada en el área de contabilidad y normativa para la implementación de *blockchain* en procesos contables de bancos en Honduras.

Palabras claves: bancos, *blockchain*, cadena de bloques, Honduras, impacto

ABSTRACT

Blockchain technology is transforming financial management worldwide. This study analyzes how this tool could optimize transparency, security, and efficiency in the accounting and financial processes of banking institutions in Honduras. Blockchain reduces fraud and errors through immutable records. Through a literature review, surveys of Honduran banking institutions, and analytical interviews of specific cases in banking and regulatory institutions within the Honduran financial system, the benefits, and challenges of adopting blockchain in the Honduran banking environment were evaluated. At the time this study was conducted, this tool had not yet been integrated into bank management, primarily because the technology is little known in regulatory and banking circles. The study highlights the limited knowledge about blockchain technology in general and particularly in its accounting applications. The study recommends the integration of an interinstitutional committee including all actors that are part of the national financial system

(regulators and banks), as well as academia specializing in accounting and regulatory frameworks, to implement blockchain in the accounting processes of banks in Honduras.

Keywords: banks, blockchain, Honduras, impact

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha revolucionado la contabilidad de las instituciones bancarias, integrando herramientas avanzadas que optimizan la gestión financiera. En este contexto el *blockchain* han emergido como una tecnología clave para mejorar la precisión, seguridad y eficiencia en los procesos contables. El *blockchain* garantiza un sistema descentralizado e inmutable, eliminando riesgos de fraude y mejorando la transparencia en las transacciones. En octubre de 2024 se llevó a cabo en Tegucigalpa, capital de Honduras, la séptima edición Cripto Latin Fest 2024 donde se dieron a conocer entre otros tópicos las “últimas tendencias y modelos de negocios basados en *blockchain*” (Rivera, 2024). Eventos como estos visibilizan la necesidad de una exploración sobre el impacto de estas innovaciones en la gestión de instituciones bancarias hondureñas. El objetivo del presente trabajo fue analizar los beneficios, desafíos y el papel del *blockchain* en el futuro de la contabilidad. El *blockchain* ha evolucionado (hasta la fecha) en cuatro tipos: *Blockchain* 1.0: usado en transacciones digitales de criptomonedas. *Blockchain* 2.0: utilizado en contratos inteligentes. *Blockchain* 3.0: se extiende a aplicaciones financieras, cadena de suministros, etc. *Blockchain* 4.0: empleado conjuntamente con la inteligencia artificial. (Han et al, 2023)

2. MARCO CONCEPTUAL

A partir de la segunda década del siglo XXI, se comenzó a vislumbrar en el horizonte como el *blockchain* entró a su etapa 3.0 al evolucionar y ser considerada en otras áreas fuera de las criptomonedas, siendo la contabilidad una candidata idónea para utilizar esta herramienta por su confiabilidad. El usar la tecnología de *blockchain* para registrar las transacciones contables permite trazabilidad y visibilidad para que todas las partes interesadas, incluyendo auditores, con acceso al sistema puedan revisar en tiempo real las transacciones y poder tomar decisiones mejor informadas. (Han et al, 2023). Algunos académicos proponen que la contabilidad acumulada o de partida doble, por sí sola, podría volverse “obsoleta e irrelevante” (Argañaraz et al, 2019) dando paso a la contabilidad de partida triple (CPT) utilizando el *blockchain* como intermediario de confianza entre las dos partes de una transacción contable. En Brasil a partir de 2021 se implementó en el sector público un sistema de contabilidad digital para la agencia de tributación federal donde utilizaron *blockchain* para “registros públicos como ser títulos de propiedad, certificados de nacimiento, licencias de conducir y títulos universitarios” (Prux et al, 2021). En un estudio en Honduras, (Chang López et al, 2019) abordaron el tema de *blockchain* comparándolo como un: “... libro de contabilidad electrónico parecido a una base de datos relacional...” que permite ser compartido entre un grupo de usuarios autorizados donde se registran las transacciones, las cuales son autenticadas por todos los nodos de la cadena de bloques, imposibilitando su modificación por la misma naturaleza del *blockchain*. En muchas regiones del planeta las tecnologías digitales en combinación con el *blockchain* han sido adoptadas con resultados muy prometedores en el área contable. Por ejemplo, en Jordania (Almadadha, 2024) se estudió el uso de *blockchain* en las finanzas y la contabilidad, ya que la mayoría de los negocios pugnan por una mayor seguridad y transparencia en la gestión y registro de transacciones financieras. En Bangladesh (Chowdhury & Khan, 2023) concluyeron que la contabilidad digital y el *blockchain* usadas conjuntamente pueden mejorar “... la confiabilidad de los datos y reducir la carga de los auditores”. (Bin Fang & Chen Ma, 2023) basados en una muestra de más de 33,000 compañías listadas en la Bolsa de Valores de China encontró evidencia que la adopción de tecnología basada en *blockchain* mejora significativamente la calidad de información contable.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

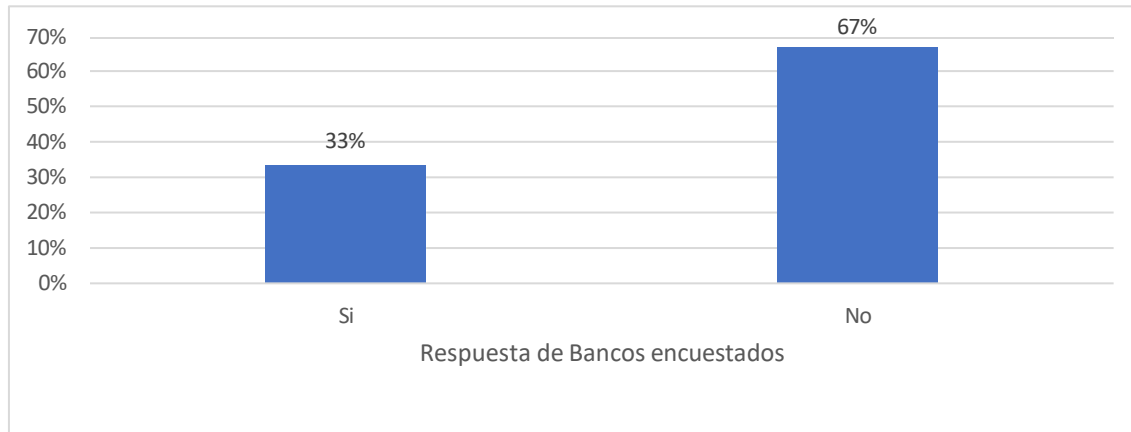
La revisión de literatura llevada a cabo para elaborar el marco teórico reveló la escasa información que existe sobre el uso de la tecnología *blockchain* en bancos hondureños. Por tal motivo las investigaciones de tipo documental en combinación con estudios de campo se consideraron como las más idóneas. Por lo expuesto anteriormente el alcance más adecuado fue de tipo exploratorio. Se consideró apropiado utilizar un método mixto, es decir cualitativo y cuantitativo. La investigación tuvo un enfoque transversal limitado entre enero y marzo de 2025 en Honduras. En cuanto a los instrumentos utilizados se levantó una encuesta de 15 preguntas entre las 15 instituciones autorizadas y supervisadas por la CNBS, de las cuales 12 completaron la encuesta canalizada a través de la Asociación Hondureña de Instituciones Bancarias (AHIBA). Conjuntamente se realizaron entrevistas a ejecutivos bancarios y del ente regulador (CNBS) con un cuestionario preelaborado enfocado al fondo del estudio. Para las encuestas a los bancos se usó una muestra de 12 instituciones bancarias, con un nivel de confianza del 90%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar el estudio se contactaron a ejecutivos de la asociación empresarial AHIBA para la distribución de la encuesta la cual se realizó en línea obteniendo respuestas de doce instituciones bancarias aglutinadas en la AHIBA y supervisadas por la CNBS. Se encuestaron ejecutivos del área contable, financiera o de auditoría interna de instituciones bancarias. Dentro de los hallazgos más relevantes se puede mencionar que 75% de las instituciones bancarias cuentan con más de 15 años de experiencia en el uso de herramientas digitales. Esto es indicativo del alto grado de regulación al que están sometidas para poder operar en el sistema financiero hondureño y su compromiso con el usuario financiero. La CNBS permite gran flexibilidad a las instituciones bancarias en lo que respecta al uso de los paquetes contables, los cuales deben cumplir con requerimientos mínimos establecidos por la CNBS los cuales fueron reformados por última vez en diciembre de 2022. (CNBS, 2022). Un 66.7 % de los encuestados desconocen la herramienta *blockchain* o cadena de bloques, inclusive utilizada en el ámbito de las criptomonedas. Esto fue corroborado al entrevistar a las dos ejecutivas bancarias de BANHCAFE y Banco Cuscatlán, (Entrevistado 3., 2025) y (Entrevistado 2. , 2025) respectivamente. De este resultado se puede inferir el poco interés que existe por parte de las instituciones bancarias en implementar el uso de cadena de bloques en sus procesos contables en virtud de las prohibiciones impuestas por el BCH y la CNBS sobre el uso de criptomonedas y su íntima relación con el *blockchain*, a raíz del escaso conocimiento de esta herramienta en el ámbito bancario hondureño.

Figura 1

Respuesta de Bancos a la interrogante: ¿ Ha escuchado hablar de blockchain o cadena de bloques?



Un 75% de los encuestados, pese a estar poco familiarizados con el tema, coinciden en que el *blockchain* es un medio para mejorar la seguridad y transparencia de procesos contables. Nuevamente, los obstáculos puestos por el BCH y la CNBS influyen en la necesidad o la disposición de las instituciones bancarias para profundizar más en las aplicaciones del *blockchain* para el registro de la contabilidad. El 100% de los encuestados coinciden que el mayor beneficio del uso del *blockchain* para registros contables se traduce en una reducción de costos y la agilización de auditorías, así como la reducción de errores humanos. El 75 % de los encuestados coinciden que el mayor desafío para adoptar esta herramienta tecnológica en los procesos contables es la carencia de alguna regulación por parte de las entidades correspondientes en Honduras. El 75% de la encuesta considera importante adquirir más información y capacitación sobre el uso de *blockchain* en procesos contables. Esta proporción es consistente con la conciencia que existe en algunas instituciones bancarias y sus ejecutivos sobre el futuro promisorio que esta herramienta tiene en el ámbito financiero contable, sobre el cual existe escasa información a nivel nacional e inclusive centroamericano

Tabla 1

Perfil de los entrevistados en las instituciones bancarias hondureñas.

No.	Nombre	Formación Académica	Lugar de Trabajo
1	Entrevistado 1	Licenciatura en Finanzas, Maestría en Finanzas y ciber seguridad	CNBS
2	Entrevistado 2	Ingeniería en Negocios	BANHCAFE
3	Entrevistado 3	Licenciada en Contaduría Pública y Finanzas	BANCO CUSCATLAN

La información obtenida en las tres entrevistas trae a colación asuntos relevantes a la investigación objeto de este proyecto sobre la contabilidad digital y el uso de *blockchain* en contabilidad. A continuación, un resumen de la información más importante obtenida en estas entrevistas. Los dos bancos (BANHCAFE y Banco Cuscatlán) usan plataformas diferentes, pero si mencionan que deben estar ajustadas a las regulaciones emitidas por la CNBS. Ambas funcionarias bancarias desconocen esta tecnología en términos generales. Por otro lado, los reguladores de la CNBS si están más enterados del tema de *blockchain* y monitorean el sistema nacional para detectar actores que estén utilizando la tecnología de cadena de bloques. (Entrevistado 1. , 2025) Por parte de la CNBS, reguladores del sistema bancario hondureño, existe una mente abierta para posibles futuras aplicaciones de la cadena de bloques en procesos contables y de allí el interés que tienen en conocer más de esta tecnología, a tal grado que forma

parte de la agenda del Hub de Innovación Financiera que funcionan dentro de la CNBS.

5. CONCLUSIONES

La mayoría de las instituciones bancarias ven con recelo el uso de esta herramienta para mejorar aún más sus transacciones contables, tanto a nivel interno como externo. Es comprensible esta actitud en virtud de las prohibiciones que existen actualmente en el uso de activos digitales impuestas por los entes reguladores de la política monetaria del país (BCH) así como las regulaciones estrictas implementadas por la CNBS según CIRCULAR CNBS No.025/2022 emitida el 19 de diciembre de 2022. (CNBS, 2022) La investigación reveló que, a la fecha, ninguna institución bancaria está utilizando el *blockchain* como herramienta para mejorar la seguridad de sus procesos contables y sus transacciones internas y externas. Cabe mencionar que cualquier intención que tengan las instituciones bancarias de implementar alguna herramienta basada en *blockchain* en alguno de sus procesos contables, debe ser reportada a la CNBS con una antelación de por lo menos treinta días para su aprobación. (Entrevistado 1. , 2025). Tan solo el 33.3 % de las instituciones bancarias encuestadas tienen algún conocimiento acerca del *blockchain* y el 100% (de aquellos que conocen del concepto de cadena de bloques) están poco familiarizados con las aplicaciones y no han recibido capacitación alguna sobre el uso de *blockchain* en los procesos contables. En la actualidad quizá el mayor obstáculo lo constituye, *indirectamente*, la prohibición de usar criptomonedas y su estrecha relación con el *blockchain* para llevar a cabo las transacciones de estos activos. Esta prohibición desalienta a las instituciones bancarias a explorar el uso de esta herramienta tecnológica, pese a su comprobado alto nivel de seguridad, en procesos contables. A criterio de 75% de las instituciones financieras encuestadas, el mayor obstáculo que observan para la implementación del *blockchain* en los procesos contables lo constituye la falta de regulación en Honduras sobre el uso de esta herramienta. En la misma proporción de 50%, los encuestados señalan otros obstáculos como ser los costos de implementación, falta de conocimiento, adaptación a los sistemas contables actuales y preocupación por la seguridad. Finalmente se sugiere conformar con el BCH y la CNBS comités exploratorios sobre el uso del *blockchain* en la contabilidad, aprovechando la institucionalidad y los recursos de estos dos entes gubernamentales, para implementar el *blockchain*, involucrando a las instituciones universitarias que imparten la carrera de Contaduría Pública, los colegios que aglutinan a los profesionales de la contabilidad y la Junta Técnica de Normas de Contabilidad y Auditoría para que colaboren en la redacción de normas y regulaciones para utilizar el *blockchain* en procesos contables y transacciones financieras.

REFERENCIAS

- Almadadha, R. (4 de septiembre de 2024). Tecnología blockchain en contabilidad financiera: mejora de la transparencia, la seguridad y los informes ESG. *Blockchains*(2), 312-333. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/blockchains2030015>
- Argañaraz, A., Mazzuchelli, A., Albanese, D., & López, M. d. (2019). Blockchain: Un nuevo desafío para la contabilidad y auditoría. *XV Simposio Regional de Investigación Contable y XXV Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable*. La Plata. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5135>
- Bin Fang, X. L., & Chen Ma, Y. Z. (30 de marzo de 2023). Blockchain technology adoption and accounting information quality. *Accounting & Finance*, 63(4), 4125-4156. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/acfi.13088>
- Chang López, R. E., Murillo Ramos, Y. L., & Mejía Ortega, J. A. (diciembre de 2019). Blockchain y su impacto en la economía: Sector Banca, Salud, Internet de las cosas y voto

- electrónico. *Revista Centroamericana de Administración Pública* (77), 12-22. Retrieved 15 de febrero de 2025, from <https://ojs.icap.ac.cr/index.php/RCAP/article/view/116>
- Chowdhury, E. K., & Khan, I. I. (9 de junio de 2023). Estrategia para la implementación de la tecnología blockchain en la contabilidad: perspectivas de las partes interesadas en una nación en desarrollo. *Business Strategy and Development*, 6(3), 477-490. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bsd2.256>
- CNBS. (19 de diciembre de 2022). Circular CNBS No.025/2022. *Normas para la Gestión de Tecnologías de Información, Ciber Seguridad y Continuidad del Negocio*. Tegucigalpa, FM, Honduras. <https://circulares.cnbs.gob.hn/Archivo/Viewer/2520/025-2022%20NORMAS%20GESTION%20TECNOLOGIAS%20INFORMACION.pdf>
- CNBS. (12 de febrero de 2024). Circular CNBS No. 003/2024. *RESOLUCIÓN GEE No.069/09-02-2024*, 3. Tegucigalpa, FM, Honduras. <https://circulares.cnbs.gob.hn/Archivo/Viewer/3611/003-2024%20REFERENTE%20ACTIVOS%20VIRTUALES.pdf>
- Entrevistado, 1. (3 de marzo de 2025). Entrevista en CNBS. (R. Suárez, Entrevistador) Retrieved 4 de marzo de 2024.
- Entrevistado, 2. (12 de marzo de 2025). Jefe de Contabilidad, Banhcafe. (R. Suárez, Entrevistador) Retrieved 12 de marzo de 2025.
- Entrevistado, 3. (18 de marzo de 2025). Supervisor de Contabilidad Banco Cuscatlán. (R. Suárez, Entrevistador) Tegucigalpa, Honduras. Retrieved 18 de marzo de 2025.
- Han, H., Shiwakoti, R. K., Jarvis, R., & Chima Mordi, D. B. (2023). Contabilidad y auditoría con tecnología blockchain e Inteligencia artificial: una revisión de la literatura. *International Journal of Accounting*, 48, 100598. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089522000501>
- Prux, P. R., Momo, F. d., & Melati, C. (10 de octubre de 2021). Oportunidades y desafíos del uso de la tecnología blockchain en la contabilidad gubernamental en Brasil. *Brazilian Administration Review*, 18(4), e200109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2021200109>
- Rivera, J. C. (9 de octubre de 2024). Expertos de AL analizan en Honduras evolución del blockchain y criptoactivos. *El Heraldó*. https://www.laprensa.hn/honduras/expertos-de-al-analizan-en-honduras-evolucion-del-blockchain-y-criptoactivos-NM21962539#google_vignette

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-114>

EL DOCENTE QUE QUEREMOS SER: VOCES DE PROFESORES SOBRE LA INNOVACIÓN EDUCATIVA

Meléndez Gómez, Nelly Coromoto

Universidad Monteávila
Caracas, Venezuela
nmelendez@uma.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-2519>

Domínguez Villasmil, Virginia

Universidad Monteávila
Caracas, Venezuela
vdominguez@uma.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1249-1929>

Fonseca Sardi, María Cecilia

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT)
Ciudad de Panamá, Panamá
prof.mcfonsecas@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-2135>

Prince Machado, Marcella Solange

Universidad Monteávila
Caracas, Venezuela
Marcella.prince@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4343-0775>

Zapata Córdova, Yoselyn Coromoto

Universidad Monteávila
Caracas, Venezuela
yzapata@uma.edu.ve

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7235-5847>

RESUMEN

Este estudio cualitativo tiene como objetivo explorar las percepciones de un grupo de docentes universitarios en torno a los desafíos, recursos y estrategias vinculadas a la innovación educativa. A través de la metodología *World Café*, se generaron espacios colaborativos de reflexión donde los participantes compartieron experiencias, preocupaciones y propuestas sobre su práctica pedagógica en contextos contemporáneos. El análisis de contenido permitió organizar las respuestas en categorías como brecha generacional, bienestar docente, resistencia al cambio, uso de herramientas digitales, experiencias vivenciales, y estrategias pedagógicas innovadoras como la gamificación, el aula invertida y el pensamiento crítico. Entre los hallazgos destaca la tensión entre el avance acelerado de la tecnología y las condiciones institucionales para implementarla; así como la necesidad urgente de formación continua y apoyo emocional para los educadores. Asimismo, emergió con fuerza la demanda de entornos más colaborativos, donde se fomente la investigación, el intercambio de saberes y una cultura de innovación institucional. Estos resultados permiten comprender mejor los retos actuales de la docencia universitaria y

orientan acciones formativas centradas en la construcción de una identidad docente crítica, creativa y resiliente.

Palabras clave: docentes universitarios, formación continua, innovación educativa, prácticas pedagógicas.

ABSTRACT

This qualitative study aims to explore the perceptions of a group of university professors regarding the challenges, resources, and strategies linked to educational innovation. Through the World Café methodology, collaborative spaces for reflection were created, where participants shared experiences, concerns, and proposals about their pedagogical practice in contemporary contexts. Content analysis allowed the responses to be organized into categories such as generational gaps, teacher well-being, resistance to change, digital tools, experiential learning, and innovative strategies like gamification, flipped classroom, and critical thinking. Findings reveal a strong tension between the fast pace of technological advancement and the institutional conditions for its implementation. Additionally, an urgent need for continuous training and emotional support for educators was identified. Participants also emphasized the importance of collaborative environments that promote research, knowledge exchange, and a culture of institutional innovation. These insights contribute to a better understanding of the current challenges in university teaching and guide training actions focused on building a critical, creative, and resilient teaching identity.

Keywords: continuous training, educational innovation, pedagogical practices, university professors.

1. INTRODUCCIÓN

La innovación educativa se ha convertido en una necesidad urgente en los sistemas universitarios contemporáneos, en respuesta a los cambios vertiginosos en los entornos sociales, tecnológicos y culturales. En el contexto postpandemia, los docentes enfrentan exigencias que van más allá de la actualización técnica; se les demanda una transformación integral de sus prácticas, habilidades y modos de relación con los estudiantes. Sin embargo, hablar de innovación no puede reducirse a la incorporación de herramientas digitales o metodologías activas, sino que implica repensar la identidad docente, los vínculos pedagógicos y la cultura institucional que sostiene los procesos formativos.

La figura del “docente que queremos ser” se sitúa en este horizonte de transformación, donde confluyen tensiones, aspiraciones y desafíos concretos. Profesores universitarios de distintas áreas se interrogan hoy sobre su rol en la formación de estudiantes cada vez más diversos, hiperconectados y atravesados por nuevas formas de aprendizaje. Esta reflexión no ocurre en el vacío, sino en contextos institucionales que a menudo muestran resistencia al cambio, limitaciones en infraestructura o falta de espacios para la formación continua y el bienestar emocional del profesorado.

Ante esta realidad, se vuelve indispensable generar espacios de escucha y diálogo entre docentes, que permitan visibilizar sus experiencias, preocupaciones y propuestas. En este estudio, se utilizó la metodología colaborativa *World Café* para recoger las voces de profesores universitarios en torno a tres dimensiones clave: los desafíos de su práctica docente, los recursos y estrategias innovadoras que consideran relevantes, y la construcción del perfil profesional que aspiran a encarnar. A partir del análisis cualitativo de sus aportes, se identificaron categorías significativas que aportan una mirada compleja, situada y crítica sobre la innovación educativa desde el rol del profesor universitario.

Este trabajo tiene como objetivo comprender cómo los docentes visualizan los procesos de innovación en la enseñanza superior y qué condiciones consideran necesarias para avanzar hacia una cultura institucional que favorezca el cambio pedagógico. La hipótesis que guía esta investigación sostiene que la participación activa del profesorado en la definición de su rol innovador es clave para consolidar transformaciones sostenibles en la educación universitaria.

2. MARCO CONCEPTUAL

Innovación educativa y cambio en la educación superior

La innovación educativa ha sido abordada desde múltiples perspectivas a nivel internacional, configurándose como un proceso complejo que articula cambios pedagógicos, tecnológicos, organizativos y culturales. De acuerdo con OECD (2020), innovar en educación implica transformar las prácticas docentes para mejorar la calidad del aprendizaje, fomentar la inclusión y responder a los desafíos de un mundo en constante cambio. Esta transformación no puede desligarse del rol que juega el profesorado como agente activo del cambio.

La innovación educativa no debe entenderse como la simple adopción de tecnologías o métodos novedosos, sino como una revisión crítica, contextualizada y reflexiva de las prácticas pedagógicas. Fullan (2001, 2020), plantea que la innovación sostenible en educación solo es posible si involucra el compromiso profundo del profesorado con la mejora continua. Desde esta perspectiva, el cambio no puede imponerse desde políticas externas: debe surgir de la convicción interna del docente, acompañado por un entorno institucional que favorezca el aprendizaje profesional colaborativo.

Así mismo, Hopkins (2007) destaca que las reformas educativas fracasan cuando no se alinean con las realidades del aula ni con los saberes pedagógicos de los docentes. La innovación, por tanto, requiere una ecología del cambio que conecte políticas, prácticas y culturas escolares. La innovación educativa es un proceso intencional, colaborativo y evaluable, que responda a problemáticas reales de la enseñanza y el aprendizaje.

Desde una mirada centrada en el aprendizaje, Coll (2006) destaca que innovar implica reconfigurar las condiciones del aprendizaje: se trata de crear entornos más flexibles, significativos y adaptados a la diversidad. El foco no está en el recurso, sino en el sentido pedagógico de su uso.

El profesorado como eje de la innovación educativa

En diversos estudios, se ha identificado que los docentes son actores centrales para impulsar y sostener procesos de innovación. Según Hargreaves y Fullan (2012), el desarrollo de capacidades docentes es esencial para generar una cultura profesional innovadora. Los autores proponen el concepto de capital profesional, que incluye el capital humano (conocimientos), el capital social (relaciones entre docentes) y el capital decisional (capacidad de juicio pedagógico). Investigaciones realizadas por Darling-Hammond (2017) señalan que el impacto de cualquier innovación educativa depende del nivel de ejercicio profesional que tengan los docentes: su posibilidad de tomar decisiones, experimentar, equivocarse, reflexionar y volver a intentar. La innovación, en este sentido, está íntimamente ligada con la autonomía, el acompañamiento y el bienestar profesional.

El profesorado es diseñador de experiencias de aprendizaje, capaz de adaptar y crear nuevas estrategias pedagógicas según las necesidades del alumnado y el contexto (Istance, 2018), para quien la innovación no es solo la adopción de tecnología, sino también la capacidad de reflexionar sobre la propia práctica, asumir riesgos y fomentar una cultura de mejora continua (Fraser, 2019; Ketelaar et al. 2012). Por tanto, es fundamental conocer qué entiende y asume el docente como innovación, porque su actitud, sentido de pertenencia, acción y colaboración con colegas son factores determinantes para el diseño, desarrollo, adopción y transmisión de experiencias significativas de transformación de aprendizajes y entornos educativos (Gilbert et al., 2020; Cao et al., 2022).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se inscribe en un enfoque cualitativo interpretativo, orientado a comprender las percepciones del profesorado universitario sobre la innovación educativa desde sus propias experiencias (Denzin & Lincoln, 2018). Participaron 37 docentes de la Escuela de Educación de una universidad venezolana, seleccionados intencionalmente por su diversidad disciplinar.

La información se recolectó mediante la metodología *World Café*, que favorece el diálogo colaborativo y la construcción colectiva de saberes en torno a preguntas clave (Islam Pía et al., 2023). Las discusiones se organizaron en tres rondas temáticas, con rotación de participantes y registro de ideas en papelógrafos.

El análisis de los datos se realizó mediante análisis de contenido temático-categorial Barredo Ibáñez, D. (2015)., lo que permitió identificar patrones, divergencias y categorías emergentes vinculadas al rol docente, la cultura institucional y las estrategias de innovación. La triangulación de registros y plenarias aportó solidez al proceso analítico (Miles et al., 2014).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de contenido permitió identificar cinco categorías que revelan cómo los docentes universitarios comprenden, experimentan y proyectan la innovación educativa en sus contextos institucionales. Una de las primeras tensiones detectadas fue la brecha generacional entre docentes y estudiantes. Los participantes señalaron que sus prácticas pedagógicas tradicionales no siempre logran conectar con las formas de aprender de las nuevas generaciones, marcadas por el uso intensivo de tecnologías, la preferencia por lo visual y lo inmediato, y una menor tolerancia a las dinámicas expositivas prolongadas.

Tabla 1

Categorías emergentes del análisis de las voces docentes sobre innovación educativa

Categoría	Subcategorías
1. Brecha generacional	- Estilos de aprendizaje - Expectativas estudiantiles - Relación con la tecnología
2. Bienestar docente	- Sobrecarga de tareas - Falta de reconocimiento- - Emociones en la docencia
3. Estrategias de innovación	- Uso de tecnologías - Metodologías activas - Microinnovaciones
4. Cultura institucional	- Falta de acompañamiento - Escasa formación continua - Ausencia de incentivos
5. Identidad docente innovadora	- Perfil aspirado - Valores pedagógicos - Sentido de la innovación

Fuente: Tomado de los resultados de World Café

Como expresó un docente: *“Los estudiantes están en otra sintonía: son rápidos, visuales, pero no se enganchan con la clase tradicional”*. Esta percepción dialoga con lo planteado por Coll (2006), quien advierte que los entornos de aprendizaje deben ser resignificados en función de los cambios culturales y tecnológicos que atraviesan a los estudiantes actuales.

Otro hallazgo clave fue el impacto que tienen las condiciones institucionales sobre el bienestar docente. Los participantes manifestaron una fuerte sensación de sobrecarga laboral, fatiga emocional y falta de apoyo para desarrollar prácticas innovadoras. Aunque existe motivación y

deseo de transformación, las exigencias administrativas y la escasez de tiempo actúan como frenos estructurales. Un docente expresó: “Quiero cambiar mi forma de enseñar, pero no me da la vida. Entre informes, clases y reuniones, no queda espacio para innovar”. Esta vivencia confirma lo señalado por Darling-Hammond (2017), quien sostiene que el desarrollo profesional requiere condiciones que cuiden al docente como sujeto, no solo como ejecutor de tareas.

A pesar de las limitaciones, muchos docentes compartieron experiencias positivas vinculadas al uso de metodologías activas como la gamificación, el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos y la integración de herramientas TIC. Sin embargo, estas prácticas suelen desarrollarse de manera aislada y autogestionada. Como expresó una participante: “Uso gamificación en algunas clases, pero lo aprendí por mi cuenta. No hay espacios para compartirlo con otros colegas”. Este tipo de innovación individual, si bien valiosa, refleja la ausencia de una estrategia institucional de acompañamiento, formación y sistematización.

En línea con lo anterior, los docentes destacaron que su institución carece, en muchos casos, de una cultura que favorezca el cambio pedagógico sostenido. La falta de políticas claras, incentivos, redes de colaboración y formación sitúa debilita los esfuerzos individuales. La cultura organizacional, en lugar de habilitar el cambio, muchas veces lo silencia o lo desvincula del reconocimiento profesional. Así lo expresó un participante: “Innovar debería ser parte de la cultura universitaria, no algo que cada quien haga por su cuenta”. Esto coincide con los planteamientos de Fullan (2001, 2016), quien insiste en que el cambio educativo requiere de condiciones institucionales que legitimen, apoyen y expandan las prácticas transformadoras.

Finalmente, emergió con fuerza una categoría transversal vinculada con la construcción de la identidad docente innovadora. Los profesores participantes compartieron una visión aspiracional sobre el tipo de educador que desean ser: un docente creativo, ético, empático, capaz de generar aprendizajes significativos y conectar con los estudiantes desde el respeto y la escucha. “Más que enseñar, quiero acompañar procesos, ayudar a pensar y a transformar”, afirmó una docente. Esta mirada revela que la innovación no es concebida como un fin en sí mismo, sino como un medio para ejercer una docencia con sentido, comprometida con el desarrollo humano y la transformación social.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio revelan que la innovación educativa, tal como es concebida por el profesorado participante, trasciende el uso instrumental de tecnologías o metodologías activas. Se configura, más bien, como un proceso de transformación pedagógica profundamente vinculado con la identidad profesional, el compromiso ético y las condiciones estructurales del ejercicio docente.

En primer lugar, las voces de los docentes muestran una conciencia clara de la necesidad de adaptar las prácticas de enseñanza a los nuevos contextos de aprendizaje, marcados por la digitalización, la diversidad estudiantil y la transformación de las relaciones pedagógicas. Sin embargo, esta conciencia convive con una brecha generacional que limita la conexión efectiva con los estudiantes, así como con una cultura institucional que, en muchos casos, no favorece ni reconoce los esfuerzos por innovar.

En segundo lugar, se identifica una tensión estructural entre el deseo de transformación y las condiciones reales en las que se desarrolla la docencia universitaria. La sobrecarga laboral, la falta de acompañamiento técnico y pedagógico, y la escasez de espacios formativos obstaculizan la posibilidad de sostener prácticas innovadoras de forma continua. Este escenario pone en evidencia que la innovación no puede ser reducida a la responsabilidad individual del docente, sino que requiere una visión institucional compartida y comprometida.

Finalmente, el estudio pone de relieve la construcción de una identidad docente innovadora como horizonte compartido. Los docentes participantes expresaron el deseo de ser profesionales creativos, reflexivos, éticamente comprometidos y capaces de generar experiencias de

aprendizaje significativas. Esta aspiración representa una oportunidad para que las instituciones de educación superior reconsideren sus políticas de desarrollo docente, promoviendo comunidades de aprendizaje, espacios de experimentación y una cultura organizacional que legitime el cambio.

Se concluye que innovar en educación universitaria no se trata solo de hacer las cosas de forma diferente, sino de repensar colectivamente para qué, cómo y con quiénes se enseña. Escuchar las voces del profesorado es, por tanto, un paso imprescindible para avanzar hacia una universidad que aprende, se transforma y humaniza sus prácticas.

REFERENCIAS

- Barredo Ibáñez, D. (2015). El análisis de contenido. Una introducción a la cuantificación de la realidad. *Revista San Gregorio*, 26–31. <https://doi.org/10.36097/rsan.v0i0.113>
- Cao, C., Chen, B., Yang, S., Zheng, X., Ye, Y., & Yue, X. (2022). Exploring the Impact of Individual and Social Antecedents on Teachers' Teaching Innovation: Perspective of Goal-Oriented Behavior and Social Identity. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.924052>.
- Coll, C. (2006). Psicología de la educación y práctica educativa: Una aproximación desde la perspectiva constructivista. *Psicología Educativa*, 12(2), 93–114.
- Darling-Hammond, L. (2017). *Empowered educators: How high-performing systems shape teaching quality around the world*. Jossey-Bass.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed.). SAGE.
- Fraser, S. (2019). Understanding innovative teaching practice in higher education: a framework for reflection. *Higher Education Research & Development*, 38, 1371 - 1385. <https://doi.org/10.1080/07294360.2019.1654439>.
- Fullan, M. (2001). *The new meaning of educational change* (3rd ed.). Teachers College Press.
- Fullan, M. (2020). *The devil is in the details: System solutions for equity, excellence, and well-being*. Corwin Press.
- Gilbert, A., Tait-McCutcheon, S., & Knewstubb, B. (2020). Innovative teaching in higher education: Teachers' perceptions of support and constraint. *Innovations in Education and Teaching International*, 58, 123 - 134. <https://doi.org/10.1080/14703297.2020.1715816>.
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2012). *Professional capital: Transforming teaching in every school*. Teachers College Press.
- Hopkins, D. (2007). *Every school a great school: Realizing the potential of system leadership*. Open University Press.
- Islam Pia, N., Huuskonen, A., Kunnas, K., Rahman, R., Manzoor, F., Ylistalo, E., & Smolander, N. (2023). World Café. *DigiCare Model: Digitalized Healthcare and Coaching of Patients in an Asian Context*.
- Istance, A. (2018). Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies. . <https://doi.org/10.1787/9789264085374-EN>. Ramos Sánchez, E. & López de Ramos, A. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo exitoso de la innovación y el emprendimiento en la educación superior. *Libro del Congreso APANAC*. 2021, 499-506. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3078>.

- Ketelaar, E., Beijaard, D., Boshuizen, H., & Brok, P. (2012). Teachers' Positioning towards an Educational Innovation in the Light of Ownership, Sense-Making and Agency.. *Teaching and Teacher Education*, 28, 273-282. <https://doi.org/10.1016/J.TATE.2011.10.004>.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis* (3rd ed.). SAGE.
- OECD. (2020). *Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/178ef527-en>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-115>

LA REALIDAD AUMENTADA COMO MEDIACIÓN PEDAGÓGICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA

Guzman, Diana

Universidad Americana de Europa UNADE
México

dianaguzman22@hotmail.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7988-0187>

Briceño, Magally

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología
Panamá

Magally.briceno@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9689-7067>

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar los aportes teóricos publicados entre 2021 y 2025 sobre el uso de la realidad aumentada como mediación pedagógica en la enseñanza de las ciencias en educación primaria, con énfasis en el desarrollo de la observación científica y la relevancia de la formación docente. Los hallazgos evidencian que: a) la RA favorece la exploración de fenómenos científicos abstractos o de difícil acceso en el aula; b) su uso como mediación pedagógica requiere que el docente adopte un rol de facilitador, orientando la interacción de los estudiantes con los recursos tecnológicos; y c) la limitada capacitación docente representa un desafío importante para integrar la RA en proyectos curriculares de ciencias de manera efectiva. Se concluye que la RA es una herramienta innovadora que puede generar aprendizajes significativos y experiencias de observación activa, pero su potencial depende de fortalecer la formación del profesorado para garantizar la correcta mediación pedagógica en el aula.

Palabras Clave: Capacitación docente, Educación primaria, Mediación pedagógica, Realidad aumentada, Observación científica

ABSTRACT

AUGMENTED REALITY AS A PEDAGOGICAL MEDIATION FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC OBSERVATION SKILLS

This article aims to analyze the theoretical contributions published between 2021 and 2025 regarding the use of augmented reality (AR) as a pedagogical mediation tool in science education at the primary level, with emphasis on the development of scientific observation and the relevance of teacher training. The findings reveal that: (a) AR facilitates the exploration of abstract scientific phenomena or those that are difficult to access in the classroom; (b) its use as a pedagogical mediation requires teachers to adopt a facilitator role, guiding students' interaction with technological resources; and (c) limited teacher training represents a significant challenge for effectively integrating AR into science curriculum projects. It is concluded that AR is an innovative tool capable of generating meaningful learning and active observation experiences, but its

potential depends on strengthening teacher preparation to ensure proper pedagogical mediation in the classroom.

Keywords: Primary education, Pedagogical mediation, Augmented reality, Scientific observation Teacher training

1. INTRODUCCIÓN

La educación primaria en Colombia al igual que otros países latinoamericanos, enfrenta el desafío de responder a las demandas de un mundo más digital e interconectado, en el que las competencias científicas y tecnológicas resultan esenciales para la formación integral de los estudiantes. Entre estas, la observación científica ocupa un lugar central, pues es la base para el desarrollo del pensamiento crítico, formulación de preguntas y comprensión de fenómenos naturales. Sin embargo, la enseñanza en las aulas suele estar limitada por el uso de metodologías tradicionales que dificulta a los niños acercarse a experiencias significativas de indagación y observación debido principalmente a la escasa formación del docente.

Cabero-Almenara y Marín-Díaz (2020) plantean que la escasa capacitación conlleva a los docentes a implementar estrategias tradicionales de enseñanza, limitando el potencial de la RA para promover experiencias de aprendizaje inmersivas y significativas. Los autores destacan que la formación en tecnología educativa debe incluir no solo el uso técnico de herramientas digitales, sino también estrategias pedagógicas innovadoras para integrarlas en el currículo de manera efectiva.

Otra investigación que resulta apropiada para este artículo es la de Marín Díaz et al., 2022, quienes hicieron un estudio acerca de las percepciones de los docentes en torno a la realidad aumentada en la secundaria. El estudio concluye que los futuros docentes perciben que la RA puede potenciar el trabajo colaborativo y la creatividad en el aula, pero también refleja diferencias en estas percepciones según género, lo cual subraya la necesidad de formación más equitativa y significativa.

Por lo anterior surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se ha documentado el uso de la realidad aumentada como mediación pedagógica para fortalecer la observación científica en la enseñanza de las ciencias en educación primaria, y la formación docente entre los años 2021 y 2025?

Esta interrogante responde al objetivo general de este artículo y a los siguientes objetivos específicos:

- Examinar el papel de la realidad aumentada como recurso de mediación pedagógica en el contexto de la enseñanza de las ciencias en educación primaria.
- Explorar la relevancia de la observación científica como habilidad clave en el aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de primaria.
- Revisar la importancia de la capacitación docente para la implementación efectiva de la realidad aumentada en el aula.

La investigación documental planteada ratifica la pertinencia y relevancia de RA en la educación primaria no solo por su novedad tecnológica, sino también por la posibilidad que tiene en los alcances de la observación en el proceso de aprendizaje de las ciencias. Su implementación plantea retos como la brecha de acceso y la formación docente, pero también abre la oportunidad de democratizar el acceso a experiencias científicas en entornos con recursos limitados.

2. MARCO CONCEPTUAL

La realidad aumentada (RA) se ha consolidado en los últimos años como una innovación significativa con el potencial de transformar radicalmente la experiencia educativa. Se ha evidenciado que la realidad aumentada no solo mejora la comprensión de conceptos científicos abstractos, sino que también aumenta la participación y el compromiso de los estudiantes. Cabascango (2023)

Desde una perspectiva pedagógica, la RA no solo aporta un componente innovador, sino que favorece la construcción activa del conocimiento al permitir que los estudiantes exploren fenómenos científicos que, de otro modo, serían abstractos o inaccesibles en el aula

En el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales, la observación científica constituye una habilidad básica que impulsa el desarrollo del pensamiento crítico, la formulación de hipótesis y la comprensión de procesos naturales (Ramos Sánchez, 2022). La mediación pedagógica mediante la RA potencia esta habilidad, al situar al estudiante en un rol activo, invitándolo a interactuar con modelos tridimensionales, simulaciones y escenarios virtuales que despiertan la curiosidad y promueven la indagación (Urbina López, et al 2023).

El éxito de la RA en el aula depende en gran medida de la formación y el rol del docente. Más que dominar la herramienta técnica, este debe actuar como facilitador, orientando el aprendizaje y promoviendo la criticidad en los estudiantes (Santos et al., 2020). Aquí radica uno de los principales desafíos: la brecha en la capacitación docente y en la integración efectiva de la RA al currículo escolar.

La literatura revisada muestra que la RA representa una oportunidad para democratizar el acceso a experiencias científicas significativas, especialmente en contextos con recursos limitados. A la vez, subraya la necesidad de fortalecer las competencias pedagógicas y tecnológicas del profesorado, de modo que la mediación no se reduzca a un ejercicio técnico, sino que se convierta en un camino para desarrollar en los niños una mirada científica más crítica, activa y consciente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación es documental, con un diseño cualitativo, descriptivo y analítico, y un alcance interpretativo, ya que no solo se sistematizará la información, sino que se analizará críticamente según los datos obtenidos en cada estudio revisado.

Se recopilieron 24 investigaciones de distintos contextos entre 2021 y 2024, orientadas por las siguientes palabras clave: educación primaria, realidad aumentada como mediación, observación científica y capacitación docente, todas publicadas en revistas indexadas. Se utilizaron los buscadores Semantic Scholar y Research Rabbit. Para delimitar la búsqueda y el análisis argumentativo, se asumió una investigación por año: 2021, 2022, 2023, 2024 y 2025.

La revisión sistemática se presenta como una herramienta clave para sintetizar información a partir de estudios primarios originales, tales como Rodríguez Caldera (2021), Barroso (2022), Aguilar-Acevedo et al. (2023), Ruiz Ortiz (2024) y Silva Cufuna et al. (2025), los cuales se analizaron según los criterios establecidos a continuación.:

Tabla 1:

Categorías de análisis sobre Realidad Aumentada en Educación

Uso de RA (mediación pedagógica)	Habilidades de observación	Capacitación docente
Recurso que enriquece el entorno educativo. Mediación con entornos interactivos y personalizados. Fomenta aprendizaje activo con proyectos aumentados.	Observación detallada de fenómenos simulados. Comprensión espacial y conceptual. Pensamiento crítico y científico. Visualización de conceptos abstractos.	Formación técnica y pedagógica necesaria Clave para integrar RA. Obstáculos: poca experiencia, resistencia, diseño didáctico. Docente como mediador del aprendizaje.

La literatura revisada identifica tres ejes principales en el uso de la realidad aumentada (RA) en educación:

- Mediación pedagógica:** La RA se presenta como una herramienta versátil que fomenta la motivación, la interacción y el aprendizaje activo mediante proyectos aumentados. Rodríguez Caldera (2021) destaca su capacidad para promover la construcción del conocimiento, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Barroso (2022) resalta su potencial para generar experiencias interactivas al integrar objetos virtuales en el entorno real.
- Habilidades de observación científica:** La RA potencia la exploración visual, la observación de fenómenos complejos y la comprensión espacial y conceptual. Aguilar-Acevedo et al. (2023) señalan que facilita la visualización de conceptos abstractos, como enlaces químicos o campos magnéticos, promoviendo el pensamiento crítico, creativo y habilidades espaciales.
- Capacitación docente:** Se requiere formación técnica y pedagógica para integrar la RA en prácticas educativas significativas. Silvia Cofuna et al. subrayan la importancia de preparar al docente como facilitador del aprendizaje experiencial, capaz de superar barreras como la falta de experiencia y la resistencia al cambio.

La RA posee un alto potencial educativo, pero su efectividad depende del diseño pedagógico, la preparación docente y la intención didáctica con que se implemente.

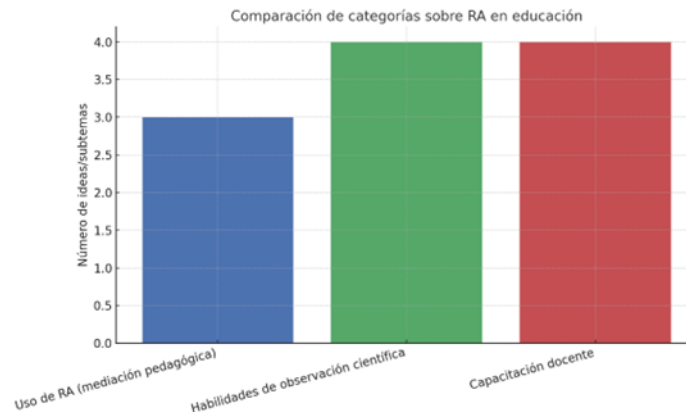
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La realidad aumentada (RA) en educación no debe verse solo como innovación tecnológica, sino como recurso didáctico que promueve la construcción activa del conocimiento. Su uso facilita la observación científica al acercar a los estudiantes a fenómenos complejos, favoreciendo aprendizajes profundos mediante la interacción con objetos virtuales.

Los documentos analizados destacan tres categorías clave: la RA como mediación pedagógica, el desarrollo de habilidades de observación científica y la capacitación docente. Siendo estas dos últimas la más analizadas. Ello revela que la tecnología por sí sola no mejora la educación; se requiere una transformación pedagógica donde el docente actúe como mediador y facilitador.

Figura 1:

Énfasis en las categorías detectadas 2021 a 2025:



4. CONCLUSIONES

El análisis documental confirma que la realidad aumentada (RA) es una mediación pedagógica innovadora con alto potencial para fortalecer la observación científica en primaria. Su capacidad para representar fenómenos abstractos de forma visual e interactiva favorece la indagación, el cuestionamiento y la comprensión significativa.

Los hallazgos destacan que el rol docente es clave: la RA no garantiza aprendizajes profundos sin una mediación intencionada. La limitada formación pedagógica en estas tecnologías representa un desafío para su integración curricular.

Se concluye que la RA no debe verse solo como innovación tecnológica, sino como una vía para democratizar experiencias científicas inmersivas. Con una adecuada capacitación docente y estrategias pertinentes, puede conectar la curiosidad infantil con la comprensión de fenómenos naturales, impulsando el pensamiento científico desde edades tempranas.

REFERENCIAS

- Aguilar-Acevedo, F., Flores-Cruz, J. A., & Pacheco-Bautista, D. (2023). Perspectiva tecnopedagógica de la realidad aumentada en la educación. *Investigación y Ciencia*, 31(90), 1–13. <https://redalyc.org/journal/674/67477641010/>
- Barroso, K. (2022). La Realidad Aumentada en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Technology Rain Journal*, 1(2), e6. <https://technologyrain.com.ar/index.php/trj/article/view/6>
- Cabero-Almenara, J., & Marín-Díaz, V. (2020). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. **RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, 21(1), 129–148. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>
- Cabascango Trávez, G. M. (2023). El uso de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias: Un enfoque integrador en educación secundaria. *Revista Científica Arbitrada*

- Conocimiento Libre y Licenciamiento, 6(2), 1–15.
<https://editorialinnova.com/index.php/rck/article/view/43>
- Marín-Díaz, V., Vega-Gea, E. M., & Sampedro-Requena, B. E. (2022). Visiones del profesorado en formación en torno a la realidad aumentada en la enseñanza secundaria. *Teknokultura. Revista de Cultura Digital y Movimientos Sociales**, 19(2), 155–172. <https://doi.org/10.5209/tekn.77853>
- Rodríguez Caldera, B. (2021). Realidad Aumentada en Educación Primaria: revisión sistemática. *EduTec: Revista electrónica de tecnología educativa*, (77), 169–185. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8082355>
- Ruiz Ortiz, I. (2024). El impacto de la Realidad Aumentada en la etapa de Educación Primaria. Una revisión sistemática. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 13(1), art.4. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v13i1.16153>
- Sánchez Rodríguez, K. A. (2022). Pensamiento crítico hacia ciudadanos del mundo a través del modelo constructivista de Naciones Unidas en educación superior [Tesis de maestría, Universidad de Pamplona]. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/9491/1/S%C3%A1nchez_2022_TG.pdf
- Silva Cufuna, D., Rangel-de Lázaro, G., & Duart, J. M. (2025, marzo 15). *La realidad aumentada como herramienta para fomentar el aprendizaje participativo*. Universitat Oberta de Catalunya. <https://www.uoc.edu/es/news/2025/realidad-aumentada-una-herramienta-para-aumentar-el-aprendizaje-del-alumnado>
- Urbina-López, M. D. L. A., Endara-Estévez, M. G., Toapanta-Mendoza, A. P., Guaras-Pinango, M. P., & Quinchiguango-Jitala, J. L. (2024). El uso de Realidad Aumentada en la Enseñanza de Ciencias Naturales en Educación Básica. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 224–238. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.18>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-116>

EL RETO DE LA INCLUSIÓN EN COLOMBIA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DEL PIAR

Galindo Castelblanco, Doris Adriana

Universidad Americana de Europa

Bogotá, Colombia

dorisadrianagc@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0510-0842>

Briceño, Magally

Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología

Panamá

magally.briceno@unicyt.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9689-7067>

RESUMEN

La investigación evalúa el impacto del Plan Individual de Ajustes Razonables (PIAR) en Colombia durante los últimos cinco años, valorando su contribución a la educación y la inclusión en colegios públicos. La metodología de investigación utilizada en el estudio es el modelo integral para la evaluación de programas educativos y servicios de Stufflebeam (2000), por medio del cual se examina el contexto normativo, los recursos, los procesos de implementación y los resultados. Se analizaron documentos normativos y académicos relacionados con las percepciones de los docentes y las experiencias escolares. Los hallazgos mostraron que el PIAR se ha implementado formalmente de acuerdo con el Decreto 1421 de 2017, sin embargo, su aplicación se ha hecho de manera parcial y su efectividad aún no alcanza los niveles esperados debido a que hay escasa apropiación por parte de los docentes, débil articulación con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y limitaciones en la caracterización de los estudiantes. A pesar de que existen prácticas inclusivas efectivas, persisten creencias excluyentes, insuficiente formación docente y carencia de recursos. En suma, para que el PIAR logre una verdadera educación inclusiva, es indispensable fortalecer la formación docente en el DUA y los ajustes razonables, involucrar a las familias y garantizar los recursos necesarios.

Palabras clave: Educación inclusiva, Plan Individual de Ajustes Razonables (PIAR), políticas de inclusión, modelo CIPP.

ABSTRACT

The study evaluates the impact of the Individual Plan for Reasonable Adjustments (PIAR) in Colombia over the past five years, aiming to assess its contribution to education and inclusion in public schools. The research methodology employed is Stufflebeam's (2000) comprehensive model for evaluating educational programs and services, through which the regulatory context, resources, implementation processes, and outcomes were examined. Regulatory and academic documents related to teachers' perceptions and school experiences were analyzed. The findings revealed that PIAR has been formally implemented in accordance with Decree 1421 of 2017. However, its application has been partial, and its effectiveness has yet to reach expected levels due to limited adoption by teachers, weak integration with the Universal Design for Learning (UDL), and shortcomings in student profiling. Despite the existence of effective inclusive practices, exclusionary beliefs persist, along with insufficient teacher training and a lack of resources. In conclusion, for PIAR to achieve truly inclusive education, it is essential to strengthen

teacher training in UDL and reasonable adjustments, involve families, and ensure the provision of necessary resources.

Keywords: Inclusive education, Individual Plan for Reasonable Adjustments (PIAR), inclusion policies, CIPP model.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la educación inclusiva en Latinoamérica es un desafío central, ya que además de implementar los marcos normativos, debe lograr cambios culturales para romper con las barreras de exclusión y hacer tangibles las transformaciones pedagógicas que permitan la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes. En Colombia, desde 2017 el Plan Individual de Ajustes Razonables (PIAR) es la principal herramienta para asegurar que los niños, niñas y adolescentes con discapacidad reciban apoyos pertinentes. La pregunta que guía esta investigación es: ¿qué elementos del PIAR en Colombia han potenciado el aprendizaje y la inclusión educativa en los últimos cinco años? Para responderla, se adoptó el modelo CIPP de Stufflebeam (2000), el cual permite evaluar programas en cuatro dimensiones: contexto, insumos, procesos y productos. El objetivo general del estudio es evaluar el PIAR como estrategia de inclusión educativa en colegios públicos colombianos, considerando sus marcos normativos, su aplicación pedagógica y su capacidad de generar condiciones equitativas de aprendizaje.

2. MARCO CONCEPTUAL

La educación inclusiva prioriza la flexibilización de los currículos, las metodologías, la forma cómo se evalúa y los entornos. Es por ello por lo que autores como Booth y Ainscow (2000) señalan que la inclusión no puede limitarse a la integración física, sino que implica eliminar barreras para la participación y el aprendizaje. De modo que el Estado se encuentra obligado a garantizar la igualdad de condiciones y a hacer las modificaciones que sean necesarias (Convención de la ONU sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad 2006). Siendo el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), desarrollado por el CAST (2011), el que puede proporcionar la estructura para planear la enseñanza de manera inclusiva y contextualizada según las necesidades de los estudiantes. A pesar de ello, en Colombia la relación entre PIAR y DUA ha sido débil, lo que ha limitado su alcance transformador (Aguilar et al., 2023).

Respecto a la normativa colombiana sobre inclusión, la Constitución Política de 1991 estableció la igualdad y el derecho a la educación como pilares del sistema. Posteriormente, la Ley General de Educación (115 de 1994) reconoció la atención a estudiantes con necesidades educativas especiales. Luego, la Ley 1618 de 2013 y la Ley 1996 de 2019 profundizaron en los derechos de las personas con discapacidad, garantizando ajustes razonables y autonomía en la toma de decisiones. En el 2017 con el Decreto 1421 se reglamentó la atención educativa a estudiantes con discapacidad y se obligó a las instituciones a elaborar el PIAR con la participación de docentes, familias y estudiantes. Finalmente, con la Circular 020 de 2022 del Ministerio de Educación se establecieron los lineamientos para la política de educación inclusiva.

Con relación a los estudios recientes se observaron puntos de tensión entre la normativa y la implementación. Pedraza (2022) encontró que hay dudas y confusiones por parte de los docentes frente a la elaboración del PIAR. Marulanda y Collazos (2024) concluyeron que la aplicación del PIAR suele ser formal y no siempre logra transformar las prácticas pedagógicas, además los ajustes razonables son más efectivos cuando existe trabajo colaborativo entre las familias y los colegios.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de tipo documental. Los criterios de selección incluyeron: pertinencia con el tema, respaldo académico o institucional, y publicación en los últimos cinco años, con excepción de textos fundacionales, por ejemplo: Stufflebeam, 2000; Booth & Ainscow, 2000. Se examinaron leyes, decretos, informes oficiales (Contraloría General, Ministerio de Educación, SIMAT – Sistema Integrado de Matrícula), artículos académicos y tesis publicadas entre 2018 y 2024. El análisis se organizó bajo el modelo CIPP de Stufflebeam (2000): Context (contexto), se revisaron las necesidades educativas y el marco normativo. Input (insumos): se estudiaron los recursos humanos, financieros y materiales disponibles para implementar el PIAR. Process (procesos): se evaluó la manera en que son elaborados y ejecutados los PIAR en las instituciones educativas. Product (productos): se valoró los resultados de aprendizaje, inclusión y participación de los estudiantes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En conformidad con la metodología de investigación y el modelo CIPP, en la revisión del Contexto se encontró que, existe una brecha entre la población con discapacidad real y la que cuenta con reconocimiento administrativo. En noviembre de 2023, el SIMAT reportó 9.068.148 estudiantes matriculados en preescolar, básica y media, de los cuales 200.349 estaban registrados con discapacidad (Contraloría, 2024). Sin embargo, solo el 21% contaba con certificación oficial, lo que evidencia el acceso limitado a los ajustes razonables.

Con relación a los Insumos, los docentes enfrentan limitaciones, la mayoría carece de formación especializada en inclusión. La capacitación existente suele ser teórica, fragmentada, escasa y sin acompañamiento práctico. Situación que se corresponde con investigaciones que señalan la necesidad de pasar del conocimiento normativo a estrategias pedagógicas concretas (Sánchez-Vergel, 2025).

Por otra parte, el Decreto 1421 establece que los PIAR deben elaborarse con apoyo de docentes, familias y estudiantes para garantizar que las medidas adoptadas respondan eficazmente a las necesidades específicas de cada estudiante. Sin embargo, en la práctica, la implementación es limitada debido a que los recursos asignados resultan insuficientes: aunque se otorga un 20% adicional de financiación por estudiante con discapacidad, este monto no cubre las necesidades en infraestructura accesible, tecnologías de apoyo y formación docente (Contraloría, 2024).

En lo que atañe a los Procesos, los PIAR tienden a elaborarse como requisito administrativo más que como herramienta pedagógica. En muchas instituciones, la responsabilidad recae sobre el docente de apoyo, mientras que los docentes de aula participan de manera limitada (Aguilar et al., 2023). Esta práctica contradice el espíritu del Decreto 1421, que exige corresponsabilidad de todos los actores.

De modo que la articulación con el DUA resulta insuficiente y, en muchos casos, solamente declarativa. Los ajustes suelen centrarse en flexibilizar evaluaciones o reducir contenidos, en lugar de rediseñar las experiencias de aprendizaje para toda la clase. Esto produce una atención diferenciada que fragmenta, que contribuye a que los ajustes se conciben como soluciones individuales y no como parte de una estrategia integral de transformación educativa.

Respecto a los Productos, los resultados en inclusión y aprendizaje son limitados. Según La Contraloría (2024), ocho de cada diez estudiantes con discapacidad no reciben apoyos adecuados. Esto se traduce en mayores tasas de deserción escolar y en brechas de aprendizaje persistentes.

Sin embargo, también se identifican avances: Los docentes con experiencia previa en inclusión muestran actitudes más favorables y prácticas pedagógicas innovadoras. La matrícula de estudiantes con discapacidad ha aumentado en la última década, lo que refleja un mayor acceso. Y en algunos contextos, las familias han asumido un rol más activo, superando el enfoque puramente informativo.

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos evidencian que a pesar de que el marco normativo colombiano es sólido y se encuentra alineado con compromisos internacionales, no se ha logrado una implementación certera, las normas están, pero aún los diferentes actores que deben implementarla no logran una adecuada gestión. Entonces, aunque el PIAR no ha alcanzado todo su potencial, sí es un punto de partida valioso para transformar las prácticas escolares y acercarse a la inclusión.

Persisten las brechas en recursos e insumos, a pesar de que el sistema contempla una financiación adicional del 20% por cada estudiante con discapacidad, este incremento no garantiza accesibilidad plena ni recursos de apoyo suficientes. Por otro lado, la formación docente en temas de inclusión y atención a la diversidad sigue siendo teórica y desvinculada de la práctica.

En consonancia con lo anterior, los procesos están desarticulados. La elaboración de los PIAR continúa recayendo en los docentes de apoyo, lo que debilita la corresponsabilidad institucional. La articulación con el DUA es mínima, los PIAR se diseñan sin considerar los principios del DUA, lo que impide diseñar aulas verdaderamente inclusivas.

Ahora bien, los resultados son limitados, pero hay experiencias positivas que demuestran el poder transformador del PIAR, los docentes que han recibido formación en educación inclusiva y las familias comprometidas logran construir entornos de aprendizaje equitativos que se adaptan a las necesidades reales de los estudiantes, lo que contribuye a cerrar brechas, promueve la participación en el aula y disminuye la deserción escolar.

En suma, para avanzar hacia una educación realmente inclusiva, se debe fortalecer la formación práctica y contextualizada de los docentes con énfasis en el DUA. Asimismo, se deben fortalecer los procesos de caracterización de los estudiantes y promover la participación de las familias en la co-construcción y acompañamiento de los PIAR. Por último, es necesario establecer mecanismos de supervisión y seguimiento que vinculen los PIAR con indicadores de equidad, permanencia y logros académicos.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. Y., et al. (2023). El sueño de una educación inclusiva para todas y todos: una mirada al Decreto 1421 de 2017 y los retos que nos deja en su quinto año de implementación. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/64990>
- Booth, T., y Ainscow, M. (2000). Índice de inclusión: desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000138159>
- CAST. (2011). Universal Design for Learning Guidelines version 2.0. Wakefield, MA: Author. https://educadua.es/doc/dua/dua_pautas_2_0.pdf
- Congreso de la República de Colombia (1994). Ley General de Educación 115 de 1994. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

- .(2013). Ley 1618 de 2013.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=52081> **González**
- .(2019, agosto 26). Ley 1996 de 2019: Por medio de la cual se establece el régimen para el ejercicio de la capacidad legal de las personas con discapacidad mayores de edad.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=86165>
- Contraloría General de la República. (2024). Informe sectorial sobre educación inclusiva en Colombia. Bogotá.
<https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2024-10/Estudio-Sectorial-y-de-Politica-Publica-Contraloria.pdf>
- Marulanda- Páez, E. y Collazos- Aldana, J. (2024). Prácticas pedagógicas, conocimientos y condiciones institucionales en las que laboran docentes colombianos. Un estudio sobre educación inclusiva y discapacidad. *Psicología desde el Caribe*, 41(3), 3. Epub September 10, 2024. Recuperado November 22, 2024, de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-417X2024000300003&lng=en&tlng=es
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). Decreto 1421 de 2017.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87040>
- . Inclusión y equidad en el proceso de evaluación de la calidad de la educación. Nota Técnica. 2022. https://mineducacion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_27.pdf.
- ONU: Asamblea General. (2007, 24 de enero). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad: Resolución aprobada por la Asamblea General (A/RES/61/106).
<https://www.refworld.org/es/leg/resol/agonu/2007/es/49751>
- Pedraza Pinto, M. C. (2022). Percepciones docentes sobre la implementación del PIAR (Plan Individualizado de Ajustes Razonables) para estudiantes con situaciones difíciles o afectación de su salud mental. Universidad de los Andes [Universidad de los Andes].
<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/fc2d83e6-922c-428d-9255-7c9575691528>
- Sánchez-Vergel, H. H. (2025). Barreras pedagógicas y aplicación del PIAR: Saberes y prácticas docentes en una institución educativa de Bogotá. *Revista Mexicana De Investigación E Intervención Educativa*, 4(2), 66–79. <https://doi.org/10.62697/rmiie.v4i2.179>
- Stufflebeam, D.L. (2000). The CIPP Model for Evaluation. In: Stufflebeam, D.L., Madaus, G.F., Kellaghan, T. (eds) *Evaluation Models. Evaluation in Education and Human Services*, vol 49. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47559-6_16

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-117>

USO DE SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN

Jofre, Pablo Nicolás

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

pablo.jn35@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8206-1568>

Ribeiro Vargas, Tomás

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

ribeirothomas2020@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8991-5301>

Alvarez, Alicia

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

aliciaalvarez@fceqyn.unam.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6234-9708>

Llano, Victor Martín

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

victorllano@fceqyn.unam.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1793-4634>

Garrido, Gladys Graciela

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

garrido@fceqyn.unam.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1639-9944>

RESUMEN

La evolución, principio central de la biología, enfrenta desafíos en la enseñanza debido a su nivel de abstracción y la dificultad de abordar procesos que ocurren en escalas temporales extensas. Este trabajo, enmarcado en la innovación didáctica universitaria y la formación docente, analiza la relevancia y el impacto del uso de simuladores digitales como herramientas pedagógicas para la enseñanza de la evolución biológica. Partiendo de una revisión bibliográfica sobre la transformación educativa impulsada por tecnologías digitales y la necesidad de fomentar la alfabetización científica, se plantea como objetivo reflexionar y evaluar el potencial y las limitaciones de los simuladores en la comprensión de la selección natural y otros mecanismos evolutivos. Se utilizó un enfoque cualitativo y descriptivo, aplicando y analizando tres simuladores con estudiantes de la asignatura Evolución (FCEQyN-UNaM), registrando y debatiendo los resultados de diversas combinaciones de variables. Los principales hallazgos muestran que los simuladores favorecen la formulación de hipótesis, la observación de la dinámica poblacional y la superación de concepciones erróneas, permitiendo experimentar en minutos procesos que en

la naturaleza requieren miles de años. Se concluye que estas herramientas potencian la comprensión de la evolución y el pensamiento crítico, aunque se reconoce la necesidad de atender desigualdades de acceso tecnológico para su implementación efectiva.

Palabras clave: evolución biológica, formación docente, simulación.

ABSTRACT

Biological evolution, a central principle of biology, presents significant challenges in education due to its high level of abstraction and the complexity of addressing processes that occur over extensive temporal scales. This study, situated within the context of university-level didactic innovation and teacher training, examines the relevance and impact of digital simulators as pedagogical tools for teaching evolutionary biology. Based on a literature review concerning the educational transformation driven by digital technologies and the need to foster scientific literacy, the primary objective is to reflect on and evaluate the potential and limitations of simulators in facilitating the understanding of natural selection and other evolutionary mechanisms. A qualitative and descriptive approach was employed, involving the application and analysis of three simulators (PhET, Arizona State University, and Microevolución) with students enrolled in the Evolution course (FCEQyN-UNaM), while recording and discussing the outcomes of various combinations of variables. The main findings indicate that simulators enhance hypothesis formulation, the observation of population dynamics, and the correction of misconceptions, enabling students to experience in minutes processes that, in nature, require thousands of years. It is concluded that these tools significantly improve the understanding of evolution and critical thinking skills, although addressing technological access inequalities is recognized as necessary for effective implementation.

Keywords: biological evolution, teacher training, simulation.

1. INTRODUCCIÓN

La evolución es uno de los principios unificadores de la biología y una parte importante dentro de la enseñanza escolar, fundamental para la comprensión de conceptos que estructuran la disciplina y para promover una alfabetización científica significativa para el estudiante. Es ideal favorecer el desarrollo de habilidades e incentivar a la formulación de preguntas con la posibilidad de que estos aprendizajes puedan ser aplicados en la vida cotidiana. En este sentido, la enseñanza de estos contenidos mediante la utilización de material bibliográfico y por el nivel de abstracción que presentan pueden tornarse complejos para el estudiante, es por ello que, una buena estrategia y complemento para entender cómo se dan los procesos evolutivos en la naturaleza teniendo en cuenta que estos involucran largos periodos de tiempo, azarosos y complejos es el uso de simuladores, una estrategia didáctica muy valiosa capaz de modificar la forma de comprensión de los estudiantes transformándola en una oportunidad significativa para la construcción de conocimiento. Las simulaciones ayudan a los estudiantes a entender el tema y superar ideas erróneas acerca de la evolución, construyendo conocimiento científico y desarrollando pensamiento crítico. Es importante que los docentes implementen el uso de los simuladores como una herramienta pedagógica, proporcionando una orientación en el manejo de la misma, acompañada por preguntas que alienten al desafío de fomentar la discusión y argumentación entre los alumnos. El presente trabajo se inscribe en la línea de la innovación didáctica, articulando teoría y práctica, con el propósito de aportar al campo de la educación científica desde una mirada situada en la enseñanza universitaria y en la formación docente inicial y tiene por objetivos reflexionar acerca del uso de simuladores en la enseñanza de Evolución Biológica y evaluar potencialidades y limitaciones de los simuladores como recurso didáctico.

2. MARCO CONCEPTUAL

El avance de las tecnologías digitales ha transformado las prácticas educativas, generando nuevas formas de construir conocimientos. Este escenario interpela a la enseñanza de las ciencias, donde conceptos abstractos y procesos complejos, como los relacionados con la evolución biológica, presentan desafíos didácticos persistentes (Driver et al., 1994; Pedrinaci, 2008). El uso de simuladores digitales se perfila como una herramienta pedagógica capaz de facilitar la comprensión de fenómenos que, por su escala temporal o nivel de abstracción, suelen resultar difíciles de abordar con los recursos tradicionales (de Jong & van Joolingen, 1998; Liu et al., 2014). Concebimos la tecnología como un mediador que, integrado significativamente al diseño didáctico, puede potenciar los aprendizajes (Litwin, 1997; Anijovich & Mora, 2020). Exploramos cómo estos recursos digitales pueden contribuir a la alfabetización científica, favoreciendo la construcción de saberes significativos y analizamos las potencialidades y limitaciones de estas tecnologías en contextos educativos reales, atendiendo a la formación de futuros docentes comprometidos con una enseñanza transformadora, situada y reflexiva (Pozo et al., 2006; Edelstein & Coria, 2010). Harlen & Qualter (2004) señalan que la enseñanza de las ciencias debe fomentar la curiosidad, la argumentación y la construcción activa del conocimiento por parte del estudiantado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con estudiantes de la cohorte 2025 de la asignatura Evolución de la Universidad Nacional de Misiones, compuesta por 10 estudiantes. Partimos de un enfoque cualitativo a partir de un diseño descriptivo, donde se analizaron una serie de simuladores en la unidad Selección Natural: “Selección Natural” (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/natural-selection>), “Polillas moteadas” (<https://askabiologist.asu.edu/quitando-polilla-moteada>) y “Microevolución” (<http://www.xtec.cat/~jllort1/microevolucio.htm>).

El docente realizó una demostración del entorno de cada simulación, explicando formas de acceso o instalación, modo de usos, configuración y otros detalles técnicos necesarios para el desarrollo del trabajo práctico. Para cada simulación, se corrieron combinaciones de las opciones disponibles, registrando, además, los resultados de esa combinación en específico. Posteriormente, se socializaron los resultados, donde uno de los estudiantes era el encargado de registrar los aportes de cada grupo mediante notas de campo y se debatió acerca del propósito pedagógico de la herramienta digital. Las notas fueron subidas a un documento colaborativo en Google Drive, donde se trabajó en la búsqueda de coincidencias y disidencias, sumando los aportes del debate grupal. La lectura y ajuste final para la descripción de cada simulador se realizó en la siguiente clase, con lectura de bibliografía específica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se procede a relatar el resultado del análisis de los simuladores.

Simulador Selección Natural PhET: gratuito e interactivo, permite seleccionar el entorno: ecuador o ártico; en él se desarrollará un linaje de los conejos que presentan diversos fenotipos como largo de dientes, orejas, color del pelaje que pueden ser seleccionados como recesivo o dominante en la población. A medida que avanza la simulación el número de conejos aumenta de manera exponencial, pudiendo agregar una presión de selección para evitar que el mundo colapse. Entre las opciones se encuentra añadir un depredador, limitar la comida o cambiar su dureza. Permite al estudiante poder formular hipótesis en torno a lo que ocurre generación tras generación, pudiendo explorar cómo funciona el mecanismo de la selección natural, partiendo de cómo las características fenotípicas afectan la capacidad de supervivencia y éxito reproductivo de los individuos, permitiendo que el estudiante pueda modificar variables y estudiar un proceso que lleva largos periodos de tiempo en pocos minutos. Partiendo de la idea de que gran parte de la población suele malinterpretar el concepto de evolución biológica considerando,

por ejemplo, que las especies no cambian porque son creaciones perfectas de un ser superior o se presentan ideas de ortogénesis o voluntad del organismo (Ramírez-Olaya, 2013) es donde este tipo de simuladores contribuye a superar tales obstáculos conceptuales.

Simulador Polillas moteadas: es gratuito y usa el caso clásico de *Biston betularia*. El estudiante asume el rol de un ave depredadora, lo que le permite observar desde una perspectiva activa cómo las presiones del entorno afectan la frecuencia de ciertos fenotipos en una población a lo largo del tiempo. La simulación inicia con una breve contextualización del experimento del Dr. Kettlewell explicando cómo la contaminación ambiental modificó el color de los troncos de los árboles, lo que afectó el camuflaje de las polillas claras y oscuras y, por ende, su tasa de depredación. La primera acción del usuario es elegir el color del tronco del árbol, lo que afectará directamente qué fenotipo de polillas será más visible para el ave. Durante la simulación, se presentan polillas posadas sobre el tronco. El jugador debe hacer click sobre aquellas que pueda ver antes de que escapen volando, simulando así la acción selectiva de la depredación visual. A medida que se avanza por varias generaciones, el programa muestra en gráficos los cambios en la frecuencia de cada fenotipo, lo cual permite observar cómo, en función del entorno, una variante se vuelve predominante. Esta herramienta permite modificar variables clave y observar sus efectos sobre la dinámica poblacional. Brinda oportunidades para que los estudiantes formulen hipótesis, analicen datos y confronten ideas previas erróneas, como la creencia de que los organismos “eligen” cambiar o que la evolución responde a una necesidad o voluntad (errores muy frecuentes en el pensamiento estudiantil, como señala Ramírez-Olaya, 2013). Esto contribuye a una comprensión del concepto de adaptación como una consecuencia. Este tipo de recursos es valioso ya que, permite acortar la escala temporal de los procesos evolutivos, que normalmente toman cientos o miles de generaciones, y representarlos en pocos minutos de clase. De esta forma, los conceptos clave de la teoría evolutiva como la variación, la herencia diferencial y la supervivencia diferencial se vuelven observables y manipulables, fortaleciendo la comprensión de un proceso frecuentemente abstracto y mal comprendido en la educación secundaria.

Simulador “Microevolución”: es gratuito y permite explorar cómo las frecuencias génicas varían en el tiempo dentro de una población e invita a los estudiantes a plantear hipótesis, tomar decisiones y analizar los resultados, promoviendo una comprensión significativa de la evolución. El simulador está diseñado de manera intuitiva y estructurado en cuatro módulos principales, cada uno con su propia lógica de funcionamiento, acompañados de introducciones conceptuales claras y accesibles:

“Gran capacidad reproductora de los seres vivos”: en el cuál encontraremos información de diversos organismos, podremos colocar nuestra hipótesis de lo que podría ocurrir y correr el programa, para explicar las conclusiones a las cuales llegamos.

“La selección acumulativa consigue lo imposible”: Se observará como la selección acumulativa puede conseguir metas serían prácticamente imposibles por puro azar. Sin embargo, debemos tener en cuenta que hay diferencias fundamentales entre la simulación y la evolución en el mundo real dado que en el mundo real.

“Deriva genética”: Se inicia seleccionando una población de conejos, observando el sexo, genotipo y fenotipo de cada individuo. A través de generaciones se observa cómo nacen, se reproducen y mueren los individuos, mostrando que incluso sin selección natural, la frecuencia de alelos puede cambiar drásticamente por puro azar. Refuerza la idea de que la evolución no siempre es adaptativa, y que otros mecanismos como la deriva también modelan la diversidad biológica, como lo han señalado autores como Futuyma (2005).

“Comparar la acción de la selección natural de una población”: se eligen las condiciones iniciales de la simulación, pudiendo modificar varias variables y se procede a correr el simulador. En cualquier momento se puede seleccionar uno de los individuos y nos brindará información sobre

su sexo, fenotipo y genotipo. Podremos analizar el listado de todos los animales y sus características. Al correr el simulador se observan ciertas características como el emparejamiento de los animales tendiendo a estar juntos, el nacimiento de los hijos que aparecen por detrás de los padres, la muerte de los progenitores, los individuos son depredados por un factor de selección como las águilas, los hijos crecen a fase adulta y se repite el ciclo. Como señala Mayr (2001) la evolución puede ser entendida como un cambio en la composición genética de las poblaciones, y por lo tanto, estas actividades facilitan una aproximación operativa a ese cambio.

Se deben considerar ciertas desventajas asociadas, por ejemplo, el idioma del simulador, la desigualdad en el acceso a dispositivos tecnológicos y la conectividad ausente o deficiente. En este sentido se propusieron algunas estrategias para mitigar estas desigualdades: en relación al idioma, se generó un tutorial, subido a Youtube, donde se explicaba paso a paso como trabajar, traduciendo las secciones y marcarlas en un esquema que quedó como material de lectura en el aula virtual. Para la desigualdad de acceso y la calidad de la conexión, se propuso trabajar en el laboratorio de informática de la Universidad, recordando a los estudiantes que también poseen la posibilidad de recurrir a las salas de lectura y trabajo en la biblioteca, donde cuentan con este servicio, aunque se deben pedir turnos.

Esta experiencia con simuladores se integró exitosamente en el diseño curricular de la unidad de Selección Natural de la asignatura Evolución, del Profesorado Universitario en Biología con base a las capacidades de manejo didáctico de tecnología digitales por parte de los estudiantes, donde, y congruente con lo expresado por Huang et al. (2011), en un entorno de aprendizaje situado demostraron habilidades sofisticadas de resolución de problemas y exhibieron conciencia metacognitiva.

5. CONCLUSIONES

Los simuladores constituyen un recurso didáctico muy útil para la enseñanza de la evolución, permiten experimentar de forma interactiva y visual cómo actúa el mecanismo de la selección natural sobre una población. Al combinar variables los estudiantes pueden observar cómo ciertos caracteres confieren ventajas que determinan qué individuos sobreviven y se reproducen. Los simuladores analizados presentan una interfaz intuitiva que no solo facilita la formulación y validación de hipótesis, sino que también contribuye a superar concepciones erróneas, promoviendo una comprensión científica de la evolución como un proceso dinámico. El simulador se configura como una buena herramienta para aprender evolución al poder analizar un proceso que normalmente requeriría miles de años, en cuestión de minutos, ayudando a internalizar conceptos complejos como la adaptación y el cambio en las frecuencias genéticas de las poblaciones a lo largo del tiempo. Resulta interesante integrar simulaciones en el aula porque ayuda a potenciar significativamente la comprensión del proceso de selección natural desde distintas aproximaciones.

Desde una perspectiva en la formación docente, el uso de simuladores no solo favorece la comprensión de los mecanismos evolutivos, sino que también constituye una oportunidad para fortalecer la propia práctica docente, fomentando la planificación de secuencias didácticas interactivas, la integración crítica de las tecnologías y el desarrollo de habilidades de mediación científica. Así, su implementación no solo transforma el modo de enseñar evolución, sino también el modo de formar a quienes la enseñarán.

REFERENCIAS

- Anijovich, R., & Mora, S. (2020). *La evaluación como oportunidad. Aprendizaje situado, pensamiento reflexivo y ciudadanía*. Paidós.
- De Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201.

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.
- Edelstein, G., & Coria, A. I. (2010). *Formación docente: nuevos escenarios y narrativas*. Novedades Educativas.
- Futuyma, D. J. (2005). *Evolución* (2.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2004). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers.
- Huang, K., Lubin, I.A. & Ge,X. (2011). Situated learning in an educational technology course for pre-service teachers. *Teaching and Teacher Education* 27(8), 1200-1212
- Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*. Paidós.
- Liu, T.C., Lin, Y.C., & Kinshuk. (2014). The application of simulation-based learning in science education. *Interactive Learning Environments*, 22(4), 449–462.
- Mayr, E. (2001). *Esto es biología. Ciencia del mundo viviente*. Editorial Debate.
- Pedrinaci, E. (2008). Dificultades para enseñar y aprender ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 214–234.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. Á., & Sanz, A. (2006). *La educación en ciencias: ideas, propuestas y reflexiones*. Morata.
- Ramírez Olaya, L. C. J. (2013). Juego de simulación para enseñar evolución por selección natural con insectos. *Revista Virtual EDUCyT*, 9. Vol. Extraordinario.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-118>

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MOLINO PARA ABONO ORGANICO

González Morales, Cruz Norberto

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

curgoma@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5977-6443>

Hernández Corona, José Luis

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

coronaluis@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9209-9287>

Carmona Reyes, Jonny

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla, Tlaxcala, México

jonny.carmona@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0473-3626>

Mendoza Vázquez, Ernesto

Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Huamantla Tlaxcala, México.

ermendozav@uttlaxcala.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2845-4309>

RESUMEN

Diseño y desarrollo de un molino para abono orgánico es un proyecto enfocado en la transformación de residuos biodegradables como ramas, rastrojo, residuos orgánicos sólidos domésticos. El objetivo principal es acelerar el proceso de descomposición y facilitar la producción de composta de alta calidad, promoviendo así la agricultura sostenible y la gestión eficiente de residuos. El corazón del equipo es el sistema de molienda, es un molino de cuchillas tiene una eficacia dependiendo del tipo de material a procesar. Este sistema es impulsado por un motor eléctrico, cuya potencia es fundamental para determinar la capacidad de trituración. El proceso de desarrollo consta de varias etapas clave. Análisis de materiales. Evaluar las propiedades de los residuos orgánicos. Diseño conceptual y cálculos. Definir los componentes, estimar las fuerzas y la potencia necesaria. La selección de componentes. Elegir los materiales y especificaciones técnicas adecuadas. Construcción de Fabricar y ensamblar la tolva de alimentación, el sistema de molienda y el chasis a, pruebas de evaluar el rendimiento, eficiencia y seguridad del molino con diferentes materiales. Además, un componente esencial es el tamiz o criba, que asegura la uniformidad del producto final. Un diseño funcional garantiza la seguridad del operario y la durabilidad del equipo, convirtiendo este proyecto en una solución práctica y ecológica para el manejo de residuos orgánicos domésticos.

Palabras clave: Abono orgánico, contaminación ambiental, molino, producción, residuos

ABSTRACT

The design and development of an organic fertilizer mill is a project focused on the transformation of biodegradable waste such as branches, stubble, and solid organic household waste. The main objective is to accelerate the decomposition process and facilitate the production of high-quality compost, thereby promoting sustainable agriculture and efficient waste management. The heart of the equipment is the grinding system, which is either a hammer mill or a blade mill, each with its own efficiency depending on the type of material to be processed. This system is powered by a motor (electric or combustion), whose power is fundamental in determining the grinding capacity. The development process consists of several key stages. Material analysis. Evaluate the properties of organic waste. Conceptual design and calculations. Define the components, estimate the forces and power required. Component selection. Choose the appropriate materials and technical specifications. Construction. Manufacture and assemble the feed hopper, grinding system, and robust chassis, test to evaluate the performance, efficiency, and safety of the mill with different materials. In addition, an essential component is the sieve or screen, which ensures the uniformity of the final product. A functional design guarantees operator safety and equipment durability, making this project a practical and environmentally friendly solution for the management of domestic organic waste.

Keywords: environmental pollution, production, organic fertilizer, waste, Windmill.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental y la necesidad de prácticas agrícolas más responsables ha impulsado el interés en la producción de abono orgánico. Este valioso recurso, también conocido como compost, se obtiene a partir de la descomposición controlada de materiales orgánicos, como residuos de cosecha, restos de poda, desechos orgánicos domésticos. Su uso en la agricultura y la jardinería no solo mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, sino que también reduce la dependencia de fertilizantes químicos, minimiza la generación de residuos y contribuye al ciclo natural de nutrientes, Vega (2025).

los materiales de partida. Restos de poda voluminosos, ramas gruesas o grandes cantidades de desechos vegetales requieren un tiempo considerable para su descomposición, lo que ralentiza la producción de abono y puede ocupar un espacio significativo. Aquí es donde entra en juego la importancia fundamental de un molino para abono orgánico. Esta maquinaria especializada está diseñada para triturar y reducir el tamaño de estos materiales, transformándolos en partículas más pequeñas y uniformes. Al hacerlo, se aumenta drásticamente la superficie de contacto para los microorganismos descomponedores, acelerando proceso de transformación.

El diseño y desarrollo de un molino de abono orgánico no es una tarea trivial, implica considerar una serie de factores técnicos y operativos para garantizar su eficiencia, durabilidad y sobre todo, seguridad. Desde la selección del tipo de sistema de corte, hasta la elección del motor, la transmisión y los materiales de construcción, cada decisión impacta directamente en el rendimiento final del equipo. Un molino bien diseñado debe ser capaz de procesar una amplia variedad de materiales orgánicos, desde hojas y pequeños residuos hasta ramas más gruesas, con un bajo consumo de energía. Además, la facilidad de mantenimiento, la reducción de ruido y vibraciones, y la ergonomía son aspectos cruciales que deben ser integrados desde las primeras etapas del diseño, Basco et al (2018).

Y optimizar la producción de abono orgánico, sino que también promueva prácticas más sostenibles en la gestión de residuos y la fertilización de suelos, Gutiérrez et al (2012). En Tlaxcala, México, donde la actividad agrícola es relevante, un equipo de este tipo puede marcar una diferencia significativa en la gestión de biomasa y el enriquecimiento de nuestros campos, Luna (2012).

2. MARCO CONCEPTUAL

El presente proyecto se enmarca en la creciente necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles y una gestión de residuos eficiente en Tlaxcala, Sanabria & Hurtado (2018). La dependencia de fertilizantes químicos ha generado desafíos ambientales y económicos, impulsando la búsqueda de alternativas como el abono orgánico, Mosquera (2024). Este tipo de abono no solo mejora la fertilidad y estructura del suelo, sino que también optimiza su capacidad de retención de agua y nutrientes, fomentando la actividad microbiana benéfica, Nicholls et al (2015).

La justificación técnica para el desarrollo del molino para abono orgánico presentado en este trabajo es la cuantificación de su capacidad operativa, la caracterización fisicoquímica del producto final y un análisis preliminar de viabilidad económica. Estos elementos son fundamentales para evaluar su aplicabilidad en contextos reales de producción agrícola y gestión de residuos.

La incorporación de un molino especializado es fundamental para acelerar este proceso al triturar y homogeneizar los materiales. Esto aumenta drásticamente la superficie de contacto, facilitando la descomposición por parte de los microorganismos, Gálvez & González (2001).

Para este fin, el molino de cuchillas emerge como la solución más idónea, dada su versatilidad y eficacia para pulverizar una amplia gama de materiales orgánicos domésticos, permitiendo una granulometría controlada gracias a cribas intercambiables. El diseño y desarrollo de este equipo priorizará la selección de materiales robustos y resistentes al desgaste, la optimización de la potencia del motor para garantizar un rendimiento óptimo y la implementación de estrictas medidas de seguridad para el operador, Toledo (2011). El objetivo final es proveer una herramienta duradera, de bajo mantenimiento y alta eficiencia que contribuya a un ciclo de nutrientes más cerrado y productivo en la agricultura local, promoviendo así la sostenibilidad ambiental y económica en la región.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño y desarrollo de un molino para abono orgánico, implica una selección cuidadosa de materiales y la aplicación de métodos de ingeniería para garantizar un equipo eficiente, duradero y seguro. A continuación, se detallan los elementos clave.

Materiales. La fase de diseño inició con una investigación exhaustiva sobre los diferentes tipos de molinos para materiales orgánicos domésticos, concluyendo que un molino de cuchillas sería la configuración más adecuada debido a su versatilidad para triturar materiales con diferentes texturas y niveles de humedad, y su capacidad para producir una granulometría fina y uniforme. Se utilizó el software de diseño asistido por computadora SolidWorks® (versión 2024) ver. Figura 1, para la modelación tridimensional, ver figura 1 y la generación de planos técnicos. El diseño se basó en los siguientes parámetros y consideraciones:

Tamaño de partícula deseado.

Fuente de energía motor eléctrico monofásico de 1/2 HP (0.373 kW) con 1750 RPM, seleccionado por su eficiencia y facilidad de mantenimiento.

Tolva de alimentación, diseñada con una inclinación de 45 grados y una abertura según diseño, para facilitar la entrada de material y evitar atascamientos. Fabricada en lámina de acero al carbono calibre 16.

Los resultados del modelado con elemento finito indican que existe una concentración de esfuerzos a la salida de la tolva, la parte estructural y de transmisión están por debajo de los esfuerzos de von Mises máximo admisible es de 240 MPa, en el modelado se obtuvieron 180 Mpa, lo que indica que está por debajo del esfuerzo para aceros de baja resistencia, que es de 210 MPa. .



Figura.1 Diseño en SolidWorks y modelado en elemento finito

Cámara de molienda, cilindro de 175 mm de diámetro y 225 mm de longitud, fabricado en acero al carbono calibre 16, diseñado para soportar impactos y abrasión.

Rotor, eje principal de acero al carbono AISI 1045 de 35 mm de diámetro, Y 450 mm de longitud montado sobre rodamientos de bolas de tipo UCP 210 para alta velocidad y carga.

Cuchillas, la fabricación de 3 cuchillas, en acero al carbono, con dimensiones de 200 mm de largo, 25 mm de ancho y 5 mm de espesor. Su diseño permite una mayor adaptabilidad a diferentes materiales y reduce el impacto directo ver figura 2.



Figura 2 cuchillas del molino

Sistema de Transmisión, configuración de poleas y tipo B para alcanzar la velocidad de operación deseada del rotor. Se calculó una relación de transmisión de 1:2.

Estructura de soporte, construida con perfiles estructurales de acero al carbono de 1"x1" y 1/8 de espesor para asegurar estabilidad y amortiguar vibraciones.

Elementos de Seguridad, se incluyeron guardas protectoras para las correas y el motor, un botón de arranque visible fácilmente accesible.

Fabricación y ensamblaje de los componentes se realizó en talleres metalmecánicos de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Utilizando procesos, de soldadura MIG (Metal Inert Gas) y maquinado de precisión el ensamblaje se llevó a cabo en un entorno controlado para asegurar la alineación de todos los componentes, especialmente el rotor y los rodamientos.

Las pruebas de rendimiento y el análisis.

Una vez ensamblado, el prototipo fue sometido a una serie de pruebas para evaluar su rendimiento.

Pruebas en vacío, medición de vibraciones, ruido y consumo de corriente del motor sin carga para verificar el balance y la correcta instalación de los componentes.

Pruebas con carga, se alimentó el molino con los materiales de ensayo, cascara de huevo y residuos domésticos en cantidades controladas. Se midió el tiempo de procesamiento para calcular la capacidad de producción (kg/h).

Monitoreo de consumo energético, se utilizó un medidor de potencia para registrar el consumo eléctrico durante la operación bajo carga.

Evaluación de la seguridad, se verificó la funcionalidad de todos los dispositivos de seguridad y la ergonomía general del equipo, lo muestra la figura 3.



Figura 3 molino para abono orgánico

Cálculo del rendimiento

Formula

$$\text{Rendimiento Kg} = \left[\frac{\text{Peso por carga en kg}}{\text{Tiempo de procesamiento hr}} \right] * \text{Eficiencia}$$

Tiempo de operación 15 min se transforma en horas = 0.25 hr. con una masa de 5 kg

$$\text{Rendimiento base } \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = \frac{\text{Masa 5 kg}}{0.25 \text{ hr}} = 20 \text{ Kg/hr}$$

Se ajusta a una suposición de eficiencia = 85 %

$$\text{Eficiencia real} = 20 \text{ kg} * 0.85 = 17 \text{ kg/hr}$$

Se tiene una capacidad teórica = 20 kg/hr

Y la capacidad real estimada = 17 kg/hr

Consumo energético

Fórmula

$$\text{Consumo específico} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right) = \frac{\text{Potencia del motor kW}}{\text{Rendimiento Kg/h}}$$

Caculo de consumo de energía.

$$\text{Consumo de energía} = \frac{0.373 \text{ kW}}{17 \text{ Kg/hr}} = 0.022 \text{ kWh/kg}$$

Consumo de energía 0.022 kWh por kilogramos de abono procesado

Calidad del Abono Producido

Para validar la obtención de "composta de alta calidad", se realizó una caracterización fisicoquímica básica del abono molido, cuyos resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de calidad del abono

Parámetro	Valor obtenido	Rango óptimo para la composta
pH	7.2	6.5 - 8.5
Relación C/N	18:1	15:1 - 20:1
Materia Orgánica	45%	>30%
Humedad	35%	30% - 50%

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las pruebas del molino de abono orgánico diseñado y fabricado en la Universidad tecnológica de Tlaxcala. Demostraron que el prototipo cumple con los objetivos de diseño establecidos, ofreciendo una solución efectiva para la producción de abono homogéneo a partir de residuos orgánicos sólidos locales.

La capacidad de producción lograda es adecuada para pequeños y medianos productores, así como para operaciones de compostaje a escala comunitaria. Reducción de Ruido y Polvo. Como es común en molinos de impacto, se generó cierto nivel de ruido y polvo durante la operación. La implementación de un sistema de recolección de polvo más robusto y el aislamiento acústico podrían mejorar las condiciones de trabajo y el impacto ambiental.

Se tiene una capacidad teórica = 20 kg/hr. Y la capacidad real estimada = 17 kg/hr. Consumo de energía 0.022 kWh por kilogramos de abono procesado los materiales de construcción con un valor de \$4,300. pesos.

Relevancia en el Abono Orgánico Molido (Producto Final) Una vez que el abono ha sido molido, su empaquetado de sólidos influye en su. Densidad Aparente y Volumen de Almacenamiento. El abono molido, al tener una granulometría más uniforme y fina, generalmente tendrá una mayor densidad aparente en comparación con el material original sin procesar. Esto significa que una mayor cantidad de masa de abono puede almacenarse en un volumen dado (sacos, silos), optimizando el espacio de almacenamiento y transporte.

La aplicación y granulometría fina del abono molido son clave para su fácil manejo. Facilita la carga en esparcidores agrícolas, permite una distribución más uniforme en el campo y reduce la formación de terrones o aglomerados que dificulten la siembra o la incorporación al suelo. es crucial para asegurar que el abono permanezca en la zona radicular y no se pierda por lixiviación o erosión.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, el molino diseñado y desarrollado representa una solución viable y eficiente para la valorización de residuos orgánicos sólidos en abono de alta calidad, contribuyendo a la economía circular y a la agricultura sostenible en la región de Tlaxcala. Su robustez, capacidad y la calidad del producto final lo posicionan como una herramienta prometedora para el sector agrícola. Comprender el empaquetado de sólidos es fundamental no solo para el diseño eficaz de un molino de abono orgánico, sino también para asegurar que el producto final sea de alta calidad, manejable y efectivo para su aplicación agrícola.

REFERENCIAS

- Vega Leyva, C. A. (2025). Mejoramiento de la Calidad de los suelos para la obtención del compost mediante los residuos orgánicos en la ciudad de Ica, .<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0> términos. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>
- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D.; Garnero, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el futuro. Unión Industrial Argentina / Banco Interamericano de Desarrollo / Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe, Buenos Aires, Argentina, 11, pp. 4-12.
https://books.google.com.mx/books/about/Industria_4_0.html?id=geiGDwAAQBAJ&redir_esc=y
- Gutiérrez Montes, I. A., Bartol de Imbach, P., Ramírez, F., López Payes, J., Say, E., & Banegas, K. (2012). Las escuelas de campo del MAP-CATIE práctica y lecciones aprendidas en la gestión del conocimiento y la creación de capacidades locales para el desarrollo rural sostenible. *Serie Técnica. Boletín Técnico*.
- Luna, Y. D. C. P., & Solís, J. D. Á. (2012). *Impacto de la biofertilización y aplicación de abonos orgánicos en la productividad de maíz (Zea mays L.) en Chiapas* (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0
- Sanabria, S. E., & Hurtado, E. (2018). Emprendimiento verde en torno a la conservación y recuperación del agua y sus espacios en Bogotá y Medellín (Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 26(1), 93-111.
- Mosquera Ñañez, J. M. Innovación social en la agricultura rural: un análisis del impacto de la Asociación de Productores de Abonos Orgánicos PAOCOS en San Agustín, Huila, Colombia.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72.
- Gálvez, N. E. V., & González, A. L. (2001). Ejemplo singular en los agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 9. ISSN: 1405-9282.
- Toledo, V. M. (2011). La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología*, 6, 37-46. *Agroecología* 6: 37-46, 2012. vtoledo@oikos.unam.mx
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México*, 235. ISBN 968-7913-04-X
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-119>

DE BIOMASA A COMPUESTOS VALIOSOS: SÍNTESIS CATALÍTICA DE ALCOHOL ALÍLICO VÍA DESOXIDESHIDRATACIÓN DEL GLICEROL

Castellanos B., Nicolás S.

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

ncastellanos@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2813-9341>

Luggren, Pablo J.

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

pluggren@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0006-5093>

Díez, Verónica K.

Grupo de Investigación en Ciencia e Ingeniería Catalíticas (GICIC), Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (CONICET-UNL).

Santa Fe, Argentina

verodiez@fiq.unl.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5810-4203>

RESUMEN

Se estudió la síntesis de alcohol alílico a partir de glicerol derivado de la biomasa, mediante una reacción de desoxideshidratación. Para ello, se prepararon catalizadores metálicos, basados en Re soportado sobre distintos óxidos (Al_2O_3 , TiO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , SiO_2) y $\text{Cs}_{2.5}\text{H}_{0.5}\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ (Cs-HPA). Los catalizadores obtenidos fueron caracterizados mediante diversas técnicas fisicoquímicas y espectroscópicas que incluyen fisisorción de N_2 , ICP, EDX, XRD, HRTEM, EDS-TEM, TPD de CO_2 y TPD de NH_3 . Se optimizó la obtención de alcohol alílico, evaluando el efecto de diferentes variables experimentales, como la temperatura de reacción, la naturaleza ácido-base del catalizador y el contenido de Re en los mismos. Los resultados indican que los catalizadores que poseen acidez Lewis favorecen la síntesis del producto de interés. Se alcanzó una conversión de glicerol de $\approx 99\%$ con un rendimiento a alcohol alílico de $\approx 60\%$, empleando 1 g de 5.2ReAl y metil isobutil carbinol como co-reactivo, a 443 K durante 7 h de reacción.

Palabras clave: Acidez Lewis, alcohol alílico, biomasa, catálisis heterogénea, desoxideshidratación del glicerol.

ABSTRACT

The synthesis of allyl alcohol from glycerol derived from biomass, was studied via a deoxydehydration reaction. For that, metal catalysts based on Re supported on different oxides (Al_2O_3 , TiO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , SiO_2) and $\text{Cs}_{2.5}\text{H}_{0.5}\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ (Cs-HPA) were prepared. The obtained catalysts were characterized using different physicochemical and spectroscopic techniques including N_2 physisorption, ICP, EDX, XRD, HRTEM, EDS-TEM and TPD of CO_2 and NH_3 . In order to optimize the obtaining of allyl alcohol, the effect of different experimental variables, such

as reaction temperature, acid-base nature of the catalyst and Re content in the solids, was studied. The results indicate that catalysts with Lewis acidity are favourable during the synthesis of the desired product. A glycerol conversion of $\approx 99\%$ with a yield of $\approx 60\%$ towards allyl alcohol was achieved employing 1 g of 5.2ReAl and methyl isobutyl carbinol as co-reactant, at 443 K for 7 h of reaction.

Keywords: Allyl alcohol, biomass, glycerol deoxydehydration, heterogeneous catalyst, Lewis acidity.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de procesos sostenibles para sustituir los combustibles fósiles constituye una prioridad en la industria química. De esta manera, el glicerol (GLY), subproducto abundante de la transformación de biomasa durante la síntesis de biodiesel, genera un interés considerable como materia prima para su valorización (Bournay et al, 2008). Entre los productos de interés, que pueden obtenerse a partir de GLY, el alcohol alílico (AA) se destaca por sus aplicaciones como compuesto plataforma en la síntesis de productos químicos, polímeros y fármacos, así como su empleo como solvente industrial, herbicida y fungicida (Loy et al, 2023). Dado su valor industrial, la síntesis de AA ha sido objeto de numerosas investigaciones. Se ha evidenciado que para su obtención a partir de GLY -vía desoxideshidratación (DODH) empleando catálisis heterogénea en fase líquida- es necesario emplear catalizadores con propiedades redox y ácidas, y un co-reactivo reductor, capaz de actuar como donador de hidrógeno. Kon et al. (2017) reportaron resultados promisorios empleando como co-reactivos alcoholes secundarios de cadena larga, cuya función es interactuar con los hidroxilos terminales del GLY para obtener el AA. Vargas et al. (2023) evaluaron estrategias para optimizar esta reacción, empleando catalizadores soportados, promovidos con renio, alcanzando un rendimiento a AA del 91% a las 2.5 h y 421 K, en presencia de 2-hexanol como co-reactivo.

A pesar de los avances alcanzados, la búsqueda de condiciones de reacción que sean técnica y económicamente escalables continúa representando un desafío.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñaron, prepararon y caracterizaron catalizadores metálicos soportados, basados en Re con el objetivo de desarrollar materiales activos y selectivos para la obtención de AA. Además, se estudió el efecto de distintas condiciones de reacción sobre el desempeño catalítico, a saber, temperatura de reacción, contenido de Re y naturaleza ácido-básica del soporte.

Materiales:

Para la preparación de los catalizadores metálicos soportados basados en renio se utilizó como fuente de Re el HReO_4 . Se emplearon soportes comerciales ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 y CeO_2) y la sal césica del $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$. El soporte sólido $\text{Cs}_{2.5}\text{H}_{0.5}\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ (Cs-HPA) se sintetizó en el laboratorio por precipitación utilizando como reactivos Cs_2CO_3 y $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ (Díez et al, 2008). Para la síntesis catalítica de AA, se utilizó glicerol (GLY) y como co-reactivo el alcohol secundario metil isobutil carbinol (MIBC).

Síntesis y caracterización de catalizadores:

Se incorporaron cationes Re^{7+} a los soportes por el método de impregnación a humedad incipiente (IHI), agregando gota a gota soluciones acuosas con la concentración adecuada del metal. Antes de la preparación, los soportes fueron tratados térmicamente a las siguientes temperaturas: Cs-HPA a 573 K; CeO_2 a 723 K; SiO_2 , Al_2O_3 y TiO_2 a 773 K y ZrO_2 a 823 K. Posteriormente, las muestras impregnadas fueron secadas en estufa a 363 K y tratadas en flujo de aire (50 mL/min) a la correspondiente temperatura de calcinación, excepto el catalizador de Re soportado sobre Cs-HPA que fue tratado en flujo de N_2 . Los catalizadores obtenidos fueron denominados como $x\text{ReM}$, donde x representa el contenido de Re (% en peso) y M identifica el

soporte utilizado. También se sintetizaron por IHI catalizadores $x\text{Re}/\text{Al}_2\text{O}_3$ con diferente contenido de Re.

Para caracterizar los materiales se emplearon diversas técnicas fisicoquímicas y espectroscópicas. La superficie específica (S_g) de los sólidos se determinó por fisisorción de N_2 . El contenido metálico de los catalizadores fue analizado por espectroscopía de energía dispersiva (EDX) y plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Las propiedades estructurales fueron analizadas por difracción de rayos X (XRD). Las propiedades básicas superficiales se determinaron a través de la desorción a temperatura programada de CO_2 (TPD de CO_2). Las propiedades ácidas superficiales fueron medidas mediante desorción a temperatura programada de NH_3 (TPD de NH_3). Para el análisis morfológico y elemental se utilizó microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM) y espectroscopia por energía dispersiva acoplada a TEM (EDS-TEM).

Ensayos catalíticos:

La reacción de DODH de GLY se llevó a cabo empleando MIBC como co-reactivo. Se definieron condiciones iniciales de reacción y se utilizó un reactor de vidrio de 25 mL agitado magnéticamente (900 rpm). Se empleó 1.0 g de catalizador y 14 mmol de GLY. Se extrajeron 14 muestras del medio reaccionante a diferentes tiempos. Los productos obtenidos se identificaron utilizando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas. El GLY y los productos obtenidos fueron analizados y cuantificados por cromatografía gaseosa con detector FID.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los catalizadores:

Se prepararon catalizadores de Re soportado sobre diferentes óxidos metálicos y Cs-HPA (xReM), con similar contenido de Re. Además, una serie de catalizadores de Re soportado sobre $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (xReAl), con distinto contenido de Re. Se evaluaron las propiedades texturales y ácido-básicas de los catalizadores preparados y de los respectivos soportes.

Los resultados de las caracterizaciones se presentan en la Tabla 1. Los sólidos catalíticos xReM exhiben superficies específicas (S_g) menores que las de los soportes, sugiriendo que las especies de Re incorporadas estarían causando un bloqueo de los poros. El análisis estructural de los sólidos xReM mediante XRD mostró solo la fase estructural de los correspondientes soportes, sin evidenciar fases cristalinas de especies de Re (difractogramas no mostrados). Esto indicaría que las especies de Re se encuentran dispersas sobre las superficies de los soportes.

En estudios previos realizados en el grupo, Pighin et al. (2018) se determinó que los soportes presentan acidez de naturaleza Lewis, con excepción de la Cs-HPA que exhibe acidez Brønsted. La incorporación de cationes Re^{7+} aumenta la acidez de Lewis respecto a la observada para los soportes (número de sitios ácidos n_a , Tabla 1). Por otro lado, los soportes mostraron bajos números de sitios básicos (n_b), siendo apreciable solo para CeO_2 . La incorporación del Re disminuyó notablemente los valores de n_b .

Con respecto a la caracterización de los catalizadores xReAl con distinto contenido de Re, estos muestran similares propiedades texturales, número de sitios básicos y dispersión del Re, independientemente del contenido de Re. No obstante, se observó un incremento del número de sitios ácidos (n_a) a medida que x aumenta. Esta característica es relevante, ya que la acidez del catalizador es un factor clave en la reacción de DODH en estudio.

Por otro lado, la serie de sólidos xReAl se estudió por HRTEM y EDS-TEM (micrografías no mostradas). Los resultados muestran la presencia de especies de Re oxidadas en la superficie, para todos los contenidos de Re estudiados y confirmandose la dispersión de Re sobre la

superficie de la alúmina. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores al depositar Re sobre alúmina mediante IHI (Baranowska et al, 2014).

Tabla 1

Caracterización de catalizadores de Re soportado sobre óxidos metálicos y Cs-HPA.

Catalizador ^a xReM	Superficie específica S _g (m ² /g) ^b	Propiedades ácido-base		Caracterización por HRTEM		Fases estructurales por XRD
		<i>n_b</i> (μmol/g) ^{b, c}	<i>n_a</i> (μmol/g) ^{b, d}	<i>d_{Re}</i> (nm) ^e	<i>D_{Re}</i> (%) ^f	
3.5ReCs-HPA	98 (143)	<1 (<1)	111 (147)	-	-	Cs-HPA
3.6ReSi	257 (300)	<1 (3)	258 (18)	-	-	SiO ₂
3.8ReCe	193 (260)	66 (354)	283 (223)	-	-	CeO ₂
4.4ReZr	67 (93)	1 (11)	65 (38)	-	-	m-ZrO ₂
4.6ReTi	39 (54)	<1 (<1)	137 (57)	-	-	TiO ₂
1.7ReAl	199 (230)	2 (19)	110 (89)	1.3	90.0	γ-Al ₂ O ₃
3.5ReAl	200 (230)	1 (19)	167 (89)	1.4	83.6	γ-Al ₂ O ₃
5.2ReAl	200 (230)	<1 (19)	199 (89)	1.5	78.0	γ-Al ₂ O ₃

Nota. ^a contenido de Re (x) por ICP o EDX; ^b entre paréntesis valores obtenidos para los soportes puros; ^c por TPD de CO₂; ^d por TPD de NH₃; ^e tamaño de partícula por HRTEM; ^f dispersión estimada a partir del tamaño de partícula *d_{Re}*.

Síntesis de alcohol alílico por desoxideshidratación de glicerol:

Las reacciones de DODH involucran la transferencia de electrones entre el catalizador y los reactivos, dicha transferencia es facilitada por un catión metálico soportado, con propiedades redox. A su vez, la DODH es una reacción sensible a la estructura, por lo tanto, se requiere de una interacción fuerte entre el soporte (óxido metálico) y el catión. Debido a que el Re exhibe propiedades redox, y afinidad para interactuar con diferentes óxidos metálicos, fue elegido como metal promotor de los distintos soportes. Además, la DODH requiere de propiedades ácidas en la superficie del catalizador para favorecer el mecanismo de reacción deseado, por ello, se eligió una serie de soportes con diferente carácter ácido. Durante la DODH el alcohol secundario empleado como co-reactivo se oxida para formar la correspondiente cetona. El MIBC posee las características necesarias para funcionar como donador de H y está comercialmente más accesible que otros isómeros, haciendo más sostenible el proceso.

Se evaluó el efecto de diferentes parámetros experimentales en la DODH de GLY, para la obtención de AA. Los resultados se presentan en la Figura 1, donde se muestra la evolución de la conversión de GLY (*X_{GLY}*) y el rendimiento a AA (*Y_{AA}*) con el tiempo de reacción.

Para evidenciar el efecto de la naturaleza del soporte (Figura 1.I), fueron ensayados los sólidos basados en Re soportados sobre distintos óxidos y sobre Cs-HPA (serie xReM). Los diferentes soportes estudiados como se evidenció en las caracterizaciones realizadas, poseen diferencias en sus propiedades estructurales, texturales, morfológicas y ácido-base, obteniendo así diversos perfiles de *X_{GLY}* y *Y_{AA}* en función del tiempo. El valor final de *X_{GLY}* más bajo se obtuvo sobre el catalizador 3.8ReCe y podría deberse a que este soporte tiene un alto valor de *n_b*. Además, las propiedades redox del Ce podrían estar modificando el estado de oxidación del Re, lo que no favorece la reacción. Del mismo modo, la superficie amorfa de la sílice y su baja acidez (Tabla 1) hacen que este soporte no posea los requerimientos catalíticos para la DODH y que la interacción con las especies de Re no sea adecuada. Por otro lado, la obtención de AA se desfavorece sobre sólidos con propiedades ácidas de Brønsted, como el 3.5ReCs-HPA. Los catalizadores que presentaron una mayor cantidad de sitios ácidos de Lewis conducen a la formación selectiva de AA, siendo la Al₂O₃ el soporte más favorable, alcanzando valores de *Y_{AA}* de hasta un 46% sobre el catalizador 5.2ReAl, después de 7 h de reacción. El principal subproducto obtenido fue un dioxalano (DIOX), formado en una reacción de cetilización debido

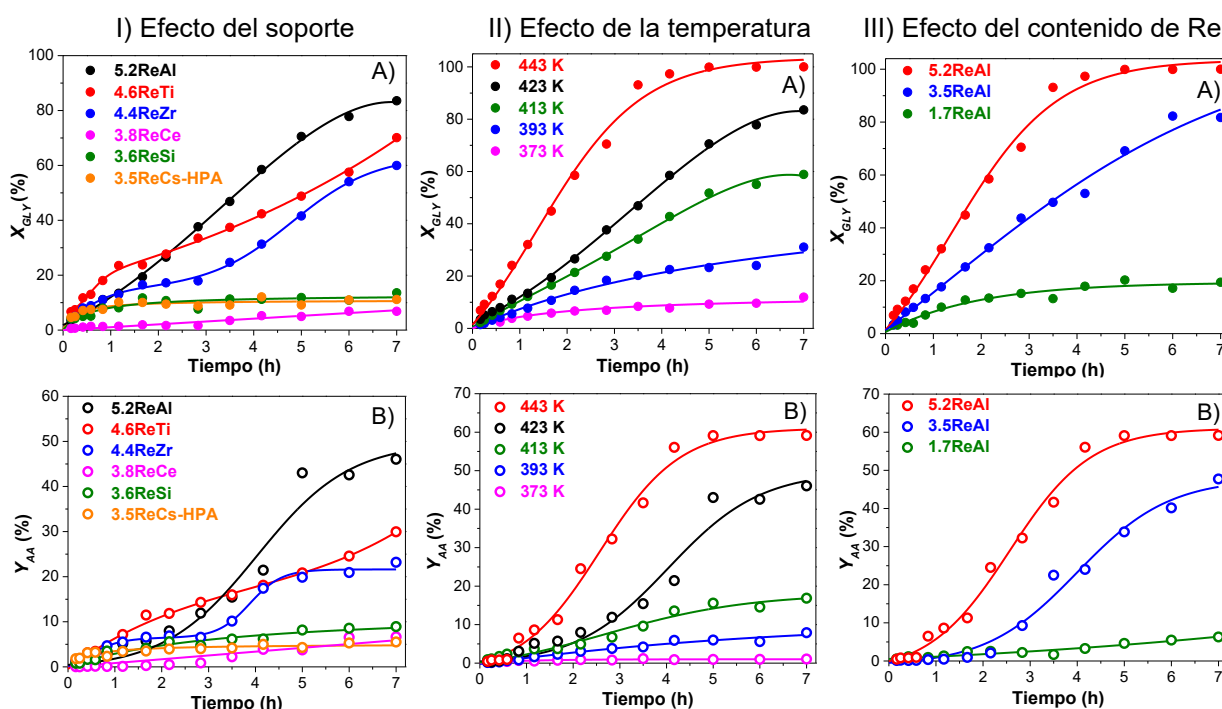
a la interacción entre el GLY y la metil isobutil cetona, que se produce debido a la oxidación del MIBC.

Se empleó el catalizador 5.2ReAl para establecer el efecto de la temperatura de reacción (Figura 1.II). A temperaturas altas se favorecen tanto la X_{GLY} como el Y_{AA} . A bajas temperaturas, se da además del DIOX, la formación de acroleína por deshidratación del GLY. A medida que se incrementa la temperatura, aumentan los valores de Y_{AA} , pero también se produce una mayor cantidad del DIOX, lo que no permite alcanzar altos rendimientos a AA.

Por último, se evaluó el efecto del contenido de Re (x) sobre los catalizadores xReAl (Figura 1.III). Al incrementar la cantidad del metal sobre el soporte, se incrementan los valores finales de X_{GLY} y Y_{AA} . La presencia de una mayor cantidad de especies de Re dispersas en la superficie de la alúmina produce un incremento de los sitios ácidos de Lewis (Tabla 1), conduciendo una mejora en la actividad catalítica. Basado en los resultados se observa que el catalizador más eficiente es 5.2ReAl evaluado a 443 K. Los estudios previos realizados por Kon et al. (2017) y Vargas et al. (2023) han alcanzado valores finales de Y_{AA} más altos y en menor tiempo, sin embargo, en este trabajo se utilizó un co-reactivo más accesible y menores cantidades de catalizador y co-reactivo, con el objetivo de un futuro escalado del proceso más sostenible.

Figura 1

Síntesis de AA a partir de GLY. Efecto de diferentes variables experimentales sobre X_{GLY} (A) y Y_{AA} (B).



Nota. Condiciones de reacción: 14 mmol de GLY; 1 g de catalizador; relación molar GLY/MIBC = 0.1; 900 rpm). I) efecto del soporte (T=423 K). II) efecto de la temperatura (catalizador = 5.2ReAl). III) efecto del contenido de Re (T = 443 K).

5. CONCLUSIONES

Se prepararon y caracterizaron sólidos catalíticos basados en Re soportado que cubren los requerimientos de la reacción de desoxideshidratación de glicerol a alcohol alílico. La formación del producto deseado se favorece sobre sitios ácidos de Lewis conferidos por el metal promotor (Re), así como por las características estructurales del soporte (Al_2O_3), por lo tanto, las propiedades ácidas del catalizador y la interacción metal promotor/soporte cumplen un rol crucial para alcanzar buenos rendimientos en alcohol alílico. Se evaluó el efecto de la temperatura y del

contenido del metal promotor, utilizando el catalizador de Re soportado en Al_2O_3 . Se concluye que en la conversión de glicerol empleando alcoholes secundarios de alto peso molecular (metil isobutil carbinol) como agentes reductores, se ve favorecida la reacción a medida que aumenta el contenido de Re y la temperatura de reacción. Basado en limitaciones experimentales y en el análisis de la viabilidad técnica y económica del proceso, se decide no incrementar la temperatura de reacción por encima de 443 K y se elige esta como la temperatura de trabajo. Se maximizó la eficiencia de la reacción de desoxideshidratación de glicerol, alcanzando conversiones finales de $\approx 99\%$ y rendimientos a alcohol alílico de $\approx 60\%$ utilizando 1.0 g de catalizador 5.2ReAl , a 443 K luego de 7 h de reacción.

REFERENCIAS

- Baranowska, K., Okal, J., & Miniajluk, N. (2014). Effect of rhenium on ruthenium dispersion in the Ru-Re/ γ - Al_2O_3 catalysts. *Catalysis letters*, 144(3), 447-459. <https://doi.org/10.1007/s10562-013-1169-1>.
- Bournay, L., Casanave, D., Delfort, B., Hillion, G., Chodorge, J.A., (2005). New heterogeneous process for biodiesel production: A way to improve the quality and the value of the crude glycerin produced by biodiesel plants. *Cat. Today*, 106, 190-192. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2005.07.181>.
- Díez, V. K., Apesteguía, C. R., & Di Cosimo, J. I. (2008). Synthesis of ionones by cyclization of pseudoionone on solid acid catalysts. *Catalysis letters*, 123(3), 213-219. <https://doi.org/10.1007/s10562-008-9453-1>.
- Kon, Y., Araque, M., Nakashima, T., Paul, S., Dumeignil, F., & Katryniok, B. (2017). Direct Conversion of Glycerol to Allyl Alcohol Over Alumina-Supported Rhenium Oxide. *ChemistrySelect*, 2(30), 9864-9868. <https://doi.org/10.1002/slct.201702070>.
- Loy, A. C. M., Ng, W. L., Samudrala, S. P., Bhattacharya, S. (2023). Technical, economic, and environmental potential of glycerol hydrogenolysis: a roadmap towards sustainable green chemistry future. *Sust. Energy and Fuels*, 7(11), 2653-2669. DOI: <https://doi.org/10.1039/D3SE00219E>
- Pighin, E. A., Di Cosimo, J. I., & Díez, V. K. (2018). Kinetic and mechanistic study of triose sugar conversion on Lewis and Brønsted acid solids. *Molecular Catalysis*, 458, 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2017.11.026>.
- Vargas, K. S., Zaffran, J., Araque, M., Sadakane, M., & Katryniok, B. (2023). Deoxydehydration of glycerol to allyl alcohol catalysed by ceria-supported rhenium oxide. *Molecular Catalysis*, 535, 112856. <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2022.112856>.

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-120>

REVOLUCIONANDO EL SECTOR ENERGÉTICO: SINTERIZACIÓN EN FRÍO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA NUEVOS MERCADOS

Colmenero Fonseca, Fabiola

Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas. Unidad Norte. Universidad Autónoma de Coahuila, Calle 5 de febrero #303-A, Esq. Blvd. Simón Bolívar Col. Independencia, 26830 Nueva Rosita, Coahuila, México

E-mail: fcolmenero@uadec.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>

Palomino Bernal, Juan Francisco

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Av. Tecnológico #100, Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

E-mail: juan.pb@cdguzman.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5561-7943>

Gómez Zamorano, Lauren Yolanda

FIME Universidad Autónoma de Nuevo León, Ing. de Materiales
Av Universidad s/n Ciudad Universitaria, San Nicolas de los Garza, Nuevo León, CP 66451, México

E-mail: lauren.gomezzm@uanl.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0731-5526>

Ruiz López, Daniel

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Av. Tecnológico #100, Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

E-mail: daniel.rl@cdguzman.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5804-2493>

RESUMEN

La investigación aborda la potencialidad de la sinterización en frío incorporando inteligencia artificial como alternativa innovadora para la producción de electrolitos sólidos destinados a baterías de estado sólido, abarcando como objetivo el impulso al acceso equitativo a energías sostenibles en comunidades rurales debido a la necesidad de reducir el consumo energético de procesos convencionales y avanzar en soluciones que contribuyan a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Para entender de qué manera la integración de sinterización en frío e inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia energética al optimizar propiedades de los electrolitos y promover la inclusión social en contextos marginados, esta combinación tecnológica permite obtener materiales más densos y conductivos con menor huella ambiental, facilitando su adopción en entornos con infraestructura limitada. La metodología se diseñó como un estudio mixto, de tipo aplicado y experimental, con alcance exploratorio y correlacional; incluyó la síntesis de electrolitos mediante sinterización en frío bajo condiciones de baja temperatura y alta presión, la caracterización con técnicas avanzadas, entrevistas y talleres participativos en comunidades rurales, así como un análisis de ciclo de vida comparativo. En donde se puede evidenciar un incremento en la conductividad iónica, reducción

de hasta 80 % en emisiones de CO₂ y alta aceptación social en experiencias piloto en Oaxaca. Se concluye que la convergencia entre sinterización en frío e inteligencia artificial constituye una estrategia viable para democratizar tecnologías energéticas sostenibles, fortalecer resiliencia comunitaria y reducir desigualdades en el acceso a la energía.

Palabras clave: Baterías de Estado Sólido, Inteligencia Artificial, Resiliencia Energética, Sinterización en Frío, Sostenibilidad

ABSTRACT

The research addresses the potential of cold sintering by incorporating artificial intelligence as an innovative alternative for the production of solid electrolytes for solid-state batteries. Its objective is to promote equitable access to sustainable energy in rural communities due to the need to reduce the energy consumption of conventional processes and advance solutions that contribute to climate change mitigation and the achievement of the Sustainable Development Goals. To understand how the integration of cold sintering and artificial intelligence can improve energy efficiency by optimizing electrolyte properties and promote social inclusion in marginalized contexts, this technological combination allows for the production of denser and more conductive materials with a smaller environmental footprint, facilitating their adoption in environments with limited infrastructure. The methodology was designed as a mixed, applied-experimental study, with an exploratory and correlational scope. It included electrolyte synthesis using cold sintering under low-temperature and high-pressure conditions, characterization using advanced techniques, interviews and participatory workshops in rural communities, and a comparative life cycle analysis. It demonstrated an increase in ionic conductivity, a reduction of up to 80% in CO₂ emissions, and high social acceptance in pilot experiments in Oaxaca. It is concluded that the convergence of cold sintering and artificial intelligence constitutes a viable strategy to democratize sustainable energy technologies, strengthen community resilience, and reduce inequalities in energy access.

Keywords: Solid-State Batteries, Artificial Intelligence, Energy Resilience, Cold Sintering, Sustainability

1. INTRODUCCIÓN

La producción y el acceso equitativos a la energía representan un reto central del siglo XXI, particularmente en áreas rurales donde la infraestructura es insuficiente y los servicios básicos son limitados. La Agencia Internacional de Energía estima que 675 millones de personas carecen aún de electricidad confiable, lo que restringe el desarrollo económico y social, amplía brechas educativas y limita oportunidades de bienestar (IEA, 2023). Ante esta problemática, la sinterización en frío (CS) surge como alternativa innovadora frente a procesos convencionales de materiales cerámicos que demandan más de 1000 °C. La CS permite densificar materiales a menos de 300 °C, reduciendo el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero (Guo et al., 2019). Esta tecnología favorece a los electrolitos sólidos, componentes esenciales de las baterías de estado sólido, al mejorar su conductividad iónica, estabilidad térmica y seguridad respecto a las baterías de iones de litio tradicionales (Janek & Zeier, 2016).

La inteligencia artificial potencia esta innovación al optimizar parámetros de sinterización, predecir microestructuras y acelerar la experimentación, disminuyendo tiempos y costos (Jablonka et al., 2020; Schmidt et al., 2019). La integración de ambas herramientas abre posibilidades para democratizar el acceso a energías más limpias en comunidades vulnerables. Apartir de lo anterior el cuestionamiento es ¿Cómo la sinterización en frío, apoyada en inteligencia artificial, puede impulsar la producción sostenible de baterías de estado sólido y

favorecer su implementación en entornos marginados?, produciendo el siguiente planteamiento de que la combinación de procesos en baja temperatura con IA permitirá fabricar electrolitos sólidos con mayor eficiencia energética y propiedades mejoradas, facilitando su adopción en contextos rurales con limitada infraestructura. Una vez sea evaluado el potencial de la CS con IA para desarrollar baterías de estado sólido en comunidades rurales, será cumplimentado el objetivo general del presente trabajo. Concerniente a los objetivos específicos, fueron enfocados en analizar propiedades de electrolitos procesados mediante CS, valorar su impacto ambiental frente a métodos convencionales y examinar la viabilidad social y económica de su aplicación en comunidades de Oaxaca. El presente trabajo se sustenta en la contribución a los ODS, especialmente el ODS 7 (energía asequible), el ODS 13 (acción climática) y el ODS 8 (crecimiento económico), generando un impacto directo a la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2015).

2. MARCO CONCEPTUAL

La transición hacia sistemas energéticos sostenibles ha impulsado la exploración de tecnologías emergentes capaces de reducir el consumo energético en procesos industriales y democratizar el acceso a la energía en comunidades vulnerables. En este contexto, la sinterización en frío se presenta como una innovación disruptiva que ha transformado la forma en que los materiales cerámicos y los electrolitos sólidos pueden procesarse. A diferencia de la sinterización convencional, que requiere temperaturas superiores a 1000 °C, la sinterización en frío permite la consolidación de materiales a temperaturas menores de 300 °C, generando un cambio de paradigma en la ciencia de materiales al reducir significativamente la demanda energética y las emisiones asociadas (Guo et al., 2019).

Los electrolitos sólidos son piezas fundamentales en el desarrollo de baterías de estado sólido, consideradas alternativas más seguras y eficientes frente a las baterías de ión-litio tradicionales. Estudios como los de Janek & Zeier (2016) han demostrado que estas tecnologías ofrecen mejoras en estabilidad química, conductividad iónica y seguridad, características que se ven potenciadas por el uso de técnicas de sinterización en frío, que permiten obtener materiales densos, homogéneos y libres de micro fisuras. En paralelo, la inteligencia artificial ha irrumpido como herramienta clave para acelerar la innovación en el campo de la energía y los materiales. El aprendizaje automático y los modelos predictivos han demostrado ser eficaces en la optimización de parámetros de síntesis, la predicción de propiedades y la reducción de la dependencia de métodos empíricos (Schmidt et al., 2019). También Jablonka et al. (2020) Subrayan que la combinación de Big Data y algoritmos de IA ha facilitado correlaciones antes inalcanzables entre estructura, proceso y desempeño de materiales, permitiendo ciclos de desarrollo más cortos y eficientes.

Este marco conceptual integra la visión técnica con perspectivas de sostenibilidad y equidad social. El acceso a energía limpia no se limita a un desafío tecnológico, sino que involucra dimensiones ambientales y comunitarias. Metodologías como el análisis de ciclo de vida han mostrado su utilidad para cuantificar reducciones en huella de carbono de procesos industriales (Rebitzer et al., 2004), mientras que investigaciones en comunidades rurales mexicanas revelan los beneficios sociales asociados a la adopción de tecnologías renovables, entre ellos la mejora en calidad de vida y la disminución de desigualdades (Pérez-Denicia et al., 2017). Lo anterior puede entenderse que la sinterización en frío y la inteligencia artificial constituyen dos pilares conceptuales que, en convergencia, tienen el potencial de impulsar la transición hacia baterías más eficientes y sostenibles. Al mismo tiempo, estas tecnologías pueden convertirse en instrumentos para garantizar el acceso equitativo a la energía en contextos marginados,

contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y articulando innovación tecnológica con justicia social.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de tipo aplicado y experimental, con diseño mixto (cuantitativo y cualitativo). Su alcance es exploratorio y correlacional al caracterizar materiales en laboratorio y vincularlos con variables sociales y ambientales.

En la fase experimental se sintetizaron electrolitos sólidos de LLZO y LAGP mediante sinterización en frío bajo presiones de 250–500 MPa, temperaturas menores a 250 °C y tiempos de 30–60 minutos. Se utilizaron fases secundarias ricas en litio y molienda de alta energía como pretratamiento (Z. Zhang et al., 2018). Respecto a las técnicas de caracterización, incluyeron SEM para microestructura y densidad, XRD para fases cristalinas y EIS para conductividad iónica y resistencia. Concerniente a la dimensión social y ambiental, se realizaron entrevistas semiestructuradas a líderes comunitarios y talleres participativos en Oaxaca. Se aplicó un Análisis de Ciclo de Vida para comparar CS con sinterización convencional (Rebitzer et al., 2004) y el método Analytic Hierarchy Process para ponderar criterios técnicos, sociales y económicos. Por otro lado, la IA se integró mediante redes neuronales artificiales y algoritmos Random Forest y SVM para predecir conductividad y estabilidad, además de algoritmos genéticos para optimizar aditivos y condiciones de procesamiento (Lourenco Alves et al., 2025).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los electrolitos procesados por CS alcanzaron conductividades de 6.3×10^{-4} S/cm, superiores a los valores de 1.2×10^{-4} S/cm obtenidos por sinterización convencional, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Presenta una comparación de la conductividad a temperatura ambiente.

Muestra	Tecnología de Sinterización	Conductividad Iónica (S/cm)
Li7La3Zr2O12 (convencional)	Alta temperatura (1100 °C)	1.2×10^{-4}
Li7La3Zr2O12 (CS)	En Frío (250 °C)	6.3×10^{-4}

Por otro lado, SEM mostró materiales densos y homogéneos, mientras que XRD confirmó fases estables (ver tabla 2), lo que asegura mayor vida útil (Grady et al., 2021). Mientras los modelos de IA lograron una precisión del 93 % en la predicción de conductividad, reduciendo significativamente los ciclos de prueba. Esto confirma que la IA es un recurso eficaz para acelerar la innovación en materiales energéticos y disminuir costos (Alzamer et al., 2025). Respecto al análisis de ciclo de vida indicó que la CS reduce en 80 % las emisiones de CO₂ frente a métodos convencionales al evitar hornos de alta temperatura y disminuir el uso de combustibles fósiles (J. Zhang et al., 2023).

Tabla 2. Comparación de microestructuras estudiadas en el proyecto

(a) Sinterización Convencional (1100 °C)	(b) Sinterización en Frio (250 °C)
Microestructura con granos grandes y presencia de microfisuras.	Microestructura densa y uniforme con granos finos.

Nota: elaboración a partir de Grady et al., (2021); and Y. Wang, (2019)

En la aplicación social, la implementación piloto en Oaxaca mostró mejoras notables: el acceso a iluminación nocturna pasó del 20 % al 87 %, y las actividades escolares en el hogar del 10 % al 78 %. El 92 % de los participantes manifestó percepciones positivas hacia la tecnología (IEA, 2022; Pérez-Denicia et al., 2017). Estos resultados confirman el potencial de la innovación como herramienta de inclusión social y desarrollo sostenible. Estos hallazgos corroboran la hipótesis al demostrar que la CS, apoyada en IA, supera limitaciones técnicas y ambientales de los procesos tradicionales, incrementando la eficiencia energética, reduciendo emisiones y promoviendo la aceptación social.

5. CONCLUSIONES

El estudio demuestra que la sinterización en frío mejora las propiedades de electrolitos sólidos, logrando conductividades superiores y estabilidad química con un consumo energético reducido. La integración de inteligencia artificial optimiza parámetros de sinterización, disminuye costos experimentales y acelera la innovación. Además, los beneficios ambientales incluyen una reducción aproximada del 80 % en emisiones de CO₂, lo que fortalece su potencial en la acción climática. En el plano social, la experiencia piloto evidenció impactos positivos en el acceso a energía y la calidad de vida en comunidades rurales.

La convergencia entre CS e IA constituye una estrategia transformadora con implicaciones técnicas, sociales y ambientales, capaz de contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de democratizar el acceso a tecnologías energéticas sostenibles.

REFERENCIAS

- Alzamer, H., Jaafreh, R., Kim, J.-G., & Hamad, K. (2025). Artificial Intelligence and Li Ion Batteries: Basics and Breakthroughs in Electrolyte Materials Discovery. *Crystals*, 15(2), 114. <https://doi.org/10.3390/cryst15020114>
- Grady, Z., Fan, Z., Ndayishimiye, A., & Randall, C. A. (2021). Design and Sintering of All-Solid-State Composite Cathodes with Tunable Mixed Conduction Properties via the Cold Sintering Process. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(40), 48071–48087. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c13913>
- Guo, J., Floyd, R., Lowum, S., Maria, J.-P., Herisson de Beauvoir, T., Seo, J.-H., & Randall, C. A. (2019). Cold Sintering: Progress, Challenges, and Future Opportunities. *Annual Review of Materials Research*, 49(1), 275–295. <https://doi.org/10.1146/annurev-matsci-070218-010041>
- IEA. (2022). Renewable Energy for All: Advancing Solar Technology in Emerging Economies. <https://www.iea.org/energy-system/renewables>

- IEA. (2023). World Energy Outlook 2023. Paris. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023?language=es>, Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A)
- Jablonka, K. M., Ongari, D., Moosavi, S. M., & Smit, B. (2020). Using Collective Knowledge to Assign Oxidation States. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv.11604129.v1>
- Janek, J., & Zeier, W. G. (2016). A solid future for battery development. *Nature Energy*, 1(9), 16141. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.141>
- Lourenco Alves, C., de Oliveira Martins Müller, J., de Noni, A., & Heinrich, S. (2025). Challenges and opportunities for increasing sustainability and energy efficiency in the ceramic tile industry. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. <https://doi.org/10.1111/ijac.15097>
- Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Desarrollo Sostenible.
- Pérez-Denicia, E., Fernández-Luqueño, F., Vilariño-Ayala, D., Manuel Montañón-Zetina, L., & Alfonso Maldonado-López, L. (2017). Renewable energy sources for electricity generation in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 597–613. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.009>
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.-P., Suh, S., Weidema, B. P., & Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment. *Environment International*, 30(5), 701–720. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>
- Schmidt, J., Marques, M. R. G., Botti, S., & Marques, M. A. L. (2019). Recent advances and applications of machine learning in solid-state materials science. *Npj Computational Materials*, 5(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41524-019-0221-0>
- Wang, Y. (2019). Study of Garnet Type Electrolyte Li₇La₃Zr₂O₁₂ Structure and Electrochemical Performance [Oregon State University]. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/rf55zf32n
- Zhang, J., Zhang, H., Asutosh, A. T., Sun, N., & Li, X. (2023). The environmental sustainability assessment of building ceramic manufacturing based on the LCA-emergy approach. *Environment, Development and Sustainability*, 27(3), 5999–6024. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04114-y>
- Zhang, Z., Shao, Y., Lotsch, B., Hu, Y.-S., Li, H., Janek, J., Nazar, L. F., Nan, C.-W., Maier, J., Armand, M., & Chen, L. (2018). New horizons for inorganic solid-state ion conductors. *Energy & Environmental Science*, 11(8), 1945–1976. <https://doi.org/10.1039/C8EE01053F>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-121>

ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE OXIDACIÓN DE METANO EN SUELOS BAJO DIFERENTES COBERTURAS: APORTES A LA CUANTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA INTRODUCCIÓN DE ÁRBOLES EN SISTEMAS DE PASTIZAL

Terán, Ezequiel Jesús

CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

Olavarría, Argentina

ezequiel.j.teran@ifas.exa.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0031>

Priano, María Eugenia

CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

Tandil, Argentina

mepriano@exa.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9301-8458>

Fernández, María Elena

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Balcarce, Argentina

fernandez.mariaelena@inta.gob.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9547-2216>

RESUMEN

El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero cuyo principal sumidero biológico son los suelos aeróbicos, donde es oxidado por bacterias metanótrofas. Este estudio estimó las tasas de oxidación de metano (TOM) en suelos con dos coberturas: un pastizal naturalizado (P) y una plantación de *Eucalyptus globulus* de 20 años (EU), bajo la hipótesis de que la forestación presenta mayor TOM. Se realizaron cinco campañas de muestreo en 2017, extrayendo testigos de suelo (0–20 cm) que se dividieron en cuatro estratos de 5 cm. Las TOM se estimaron en laboratorio mediante incubación de 200 g de suelo en cámaras estáticas a 22 °C, midiendo la disminución de CH_4 por cromatografía gaseosa durante cuatro horas. Paralelamente, se determinaron perfiles de concentración de CH_4 in situ y parámetros edáficos (pH, %MO, %h). Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre las TOM promedio de P ($0,017 \pm 0,003 \text{ nmol}_{\text{CH}_4} \text{ gs}^{-1} \text{ h}^{-1}$) y EU ($0,015 \pm 0,009 \text{ nmol}_{\text{CH}_4} \text{ gs}^{-1} \text{ h}^{-1}$). En ambos sitios, la mayor actividad oxidativa se registró en el estrato 15–20 cm, coincidente con los máximos gradientes de CH_4 observados in situ. El %h fue el único parámetro que correlacionó significativamente con la TOM en P ($R^2 = 0,41$; $p < 0,05$). Se concluye que la forestación con eucalipto no alteró de forma significativa la capacidad de oxidación de CH_4 en los primeros 20 años, y que la humedad es un factor regulatorio clave. La técnica de incubación empleada resultó adecuada para la estimación de TOM.

ABSTRACT

Methane (CH_4) is a greenhouse gas whose main biological sink is aerobic soils, where it is oxidized by methanotrophic bacteria. This study estimated methane oxidation rates (MOR) in soils under two land covers: a naturalized grassland (P) and a 20-year-old *Eucalyptus globulus* plantation (EU), under the hypothesis that afforestation would show higher MOR. Five sampling campaigns were conducted in 2017, collecting soil cores (0–20 cm) and dividing them into four 5-cm layers. MOR were determined in the laboratory by incubating 200 g of soil in static chambers at 22 °C and measuring CH_4 depletion by gas chromatography over four hours. In situ CH_4 concentration profiles and soil parameters (pH, OM%, moisture %) were also determined. Results showed no significant differences between mean MOR in P ($0.017 \pm 0.003 \text{ nmol}_{\text{CH}_4} \text{ g}_s^{-1} \text{ h}^{-1}$) and EU ($0.015 \pm 0.009 \text{ nmol}_{\text{CH}_4} \text{ g}_s^{-1} \text{ h}^{-1}$). In both sites, maximum oxidative activity was observed at 15–20 cm depth, coinciding with the largest in situ CH_4 gradients. Moisture content was the only parameter significantly correlated with MOR in P ($R^2 = 0.41$; $p < 0.05$). It is concluded that afforestation with eucalyptus did not significantly modify soil CH_4 oxidation capacity during the first 20 years, and that soil moisture acts as a key regulatory factor. The incubation technique developed proved adequate for MOR estimation.

Keywords: eucalyptus, grassland, methane, oxidation, soils.

1. INTRODUCCIÓN

El metano (CH_4) es el segundo gas de efecto invernadero más importante después del CO_2 . Los suelos bien aireados actúan como sumideros de CH_4 atmosférico gracias a la actividad de bacterias metanótrofas (Le Mer & Roger, 2001). La magnitud de este proceso, cuantificado como la Tasa de Oxidación de Metano (TOM), está influenciada por factores como el uso del suelo, la humedad, el pH y la materia orgánica (Smith et al., 2003; Dutaur & Verchot, 2007). Cambios en el uso del suelo, como la forestación de pastizales, pueden alterar estas propiedades y, en consecuencia, la TOM (Tate, 2015). Existe escasa información sobre TOM en suelos del Hemisferio Sur, donde se estima se encuentran importantes sumideros (Curry, 2007). Este trabajo tuvo como objetivo estimar y comparar las TOM en suelos de un pastizal naturalizado y una forestación con eucalipto en la región pampeana argentina, relacionándolas con parámetros edáficos y perfiles de CH_4 in situ.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la EEA INTA Balcarce sobre un Argiudol típico con dos usos: pastizal naturalizado (P) y plantación de *Eucalyptus globulus* de 20 años (EU). Entre mayo y noviembre de 2017 se realizaron cinco campañas. Por cada sitio y campaña, se extrajeron 40 testigos de suelo (0-20 cm) que se dividieron en 4 estratos (E1: 0-5 cm, E2: 5-10 cm, E3: 10-15 cm, E4: 15-20 cm) para obtener muestras compuestas. Las TOM se estimaron incubando 200 g de suelo por duplicado en cámaras estáticas de PVC a 22°C durante 24 h. Tras este período, se cerraron las cámaras y se midió la concentración de CH_4 (mediante cromatografía gaseosa Agilent 7890 A) cada hora durante 4 h. La TOM ($\text{nmol}_{\text{CH}_4} \text{ g}_s^{-1} \text{ h}^{-1}$) se calculó mediante la pendiente de la regresión lineal de la concentración de CH_4 vs. tiempo, ajustada por la masa de suelo seco. Se obtuvieron perfiles de concentración de CH_4 in situ hasta 25 cm de profundidad usando una sonda de acero. Se determinaron pH, %MO y %h. Los datos se analizaron con pruebas ANOVA, Kruskal-Wallis, t-pareada y correlación de Pearson ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre las TOM promedio de P ($0,017 \pm 0,003$) $\text{nmol}_{\text{CH}_4} \text{ g}_s^{-1} \text{ h}^{-1}$ y EU ($0,015 \pm 0,009$) $\text{nmol}_{\text{CH}_4} \text{ g}_s^{-1} \text{ h}^{-1}$, contradiciendo la hipótesis inicial basada en mediciones de flujo *in situ* previas. Esto sugiere que, a los 20 años, la forestación no ha alterado significativamente la comunidad microbiana metanótrofa. Ambos sitios presentaron las TOM más bajas en el estrato superficial (E1) y las más altas en el estrato más profundo (E4) (Tabla 1), coincidiendo con lo reportado por Bárcena et al. (2014).

Tabla 1

TOM promedio ($\text{nmol}_{\text{CH}_4} \text{gs}^{-1} \text{h}^{-1}$) por estrato y sitio.

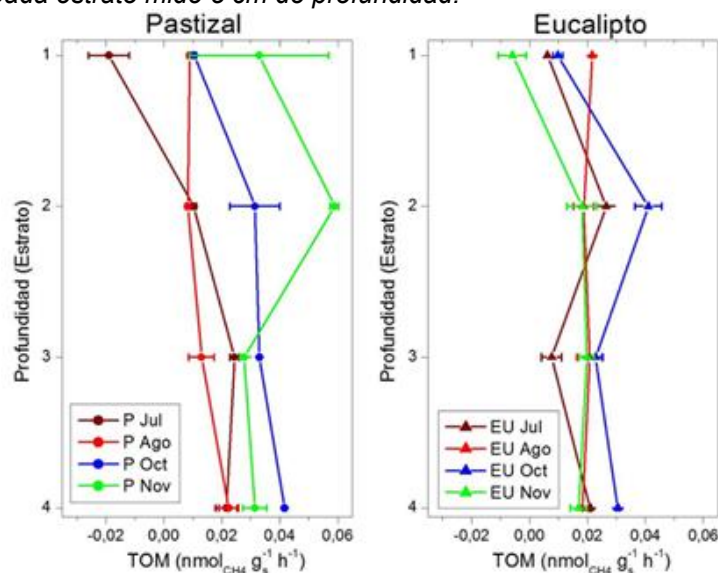
Estrato	Pastizal (P)	Eucalipto (EU)
E1 (0-5 cm)	0,010 (0,020)	0,010 (0,010)
E2 (5-10 cm)	0,024 (0,008)	0,020 (0,010)
E3 (10-15 cm)	0,024 (0,008)	0,017 (0,006)
E4 (15-20 cm)	0,029 (0,009)	0,021 (0,005)

Nota. Valores representados como media (desviación estándar).

Los perfiles de CH_4 *in situ* mostraron una disminución de la concentración con la profundidad hasta los 15 cm, seguida de un aumento en el E4, indicando posible actividad metanogénica a mayor profundidad (Figura 1). Las mayores diferencias de concentración (ΔC) se observaron en los E3 y E4 (10-20 cm), concordando con la zona de mayor TOM estimada en laboratorio. Respecto a los parámetros edáficos, el sitio EU presentó un pH significativamente más ácido (5,6) que el sitio P (6,4) ($p < 0,05$), un %MO similar (9%) y un %h ligeramente superior (31% vs 27%). Solo se encontró una correlación significativa entre TOM y %h en el pastizal ($R^2 = 0,41$, $p = 0,0017$), donde las mayores TOM se registraron con humedades entre 20-25%.

Figura 1

Tasa de Oxidación de Metano (TOM) ($\text{nmol}_{\text{CH}_4} \text{gs}^{-1} \text{h}^{-1}$), valores medios y sus correspondientes desvíos estándar para cada estrato de cada sitio: el sitio Pastizal (P) está representado con puntos y el eucaliptal (EU) con triángulos. Cada estrato mide 5 cm de profundidad.



4. CONCLUSIONES

El desarrollo de la presente investigación permitió poner a punto y validar una técnica de laboratorio confiable para la estimación de las tasas de oxidación de metano (TOM) en suelos, mediante el uso de cámaras estáticas de incubación y cromatografía gaseosa, estableciendo que una masa de 200 g de suelo y un tiempo de monitoreo de 4 horas son los parámetros adecuados para obtener mediciones precisas. Al aplicar esta metodología para comparar suelos bajo dos coberturas diferentes, se concluye que la introducción de una plantación de *Eucalyptus globulus* de 20 años de edad sobre un pastizal naturalizado no ha generado, hasta el momento, un cambio estadísticamente significativo en la capacidad de oxidación de metano de los primeros 20 cm del suelo, ya que las TOM promedio resultaron ser notablemente similares entre ambos sistemas.

Este hallazgo sugiere que, para esta edad y en este tipo de suelo, la forestación no ha alterado sustancialmente la actividad o la comunidad de bacterias metanótrofas presentes. Los resultados indicaron de manera consistente que la mayor actividad biológica oxidativa, en ambos usos de suelo, se encuentra localizada en el estrato más profundo estudiado (15-20 cm), lo que fue corroborado por los perfiles de concentración de metano medidos *in situ*, que mostraron las mayores variaciones en esta zona del perfil. Finalmente, el estudio identificó que el contenido de humedad del suelo es un factor regulatorio clave de la TOM, hallándose una correlación significativa en el pastizal, donde las condiciones óptimas para la oxidación se dieron con valores de humedad gravimétrica entre el 20% y el 25%.

REFERENCIAS

- Bárcena, T. G., D'Imperio, L., Gundersen, P., Vesterdal, L., Priemé, A., & Christiansen, J. R. (2014). Conversion of cropland to forest increases soil CH₄ oxidation and abundance of CH₄ oxidizing bacteria with stand age. *Applied Soil Ecology*, 79, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.03.004>
- Curry, C. L. (2007). Modeling the soil consumption of atmospheric methane at the global scale: soil consumption of atmospheric methane. *Global Biogeochemical Cycles*, 21(4), GB4012. <https://doi.org/10.1029/2006GB002818>
- Dutaur, L., & Verchot, L. V. (2007). A global inventory of the soil CH₄ sink: a global inventory of the soil CH₄ sink. *Global Biogeochemical Cycles*, 21(4), GB4013. <https://doi.org/10.1029/2006GB002734>
- Le Mer, J., & Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. *European Journal of Soil Biology*, 37(1), 25–50. [https://doi.org/10.1016/S1164-5563\(01\)01067-6](https://doi.org/10.1016/S1164-5563(01)01067-6)
- Smith, K. A., Ball, T., Conen, F., Dobbie, K. E., Massheder, J., & Rey, A. (2003). Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: Interactions of soil physical factors and biological processes. *European Journal of Soil Science*, 54(4), 779–791. <https://doi.org/10.1046/j.1351-0754.2003.0567.x>
- Tate, K. R. (2015). Soil methane oxidation and land-use change – from process to mitigation. *Soil Biology and Biochemistry*, 80, 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.10.010>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-122>

ANÁLISIS TEÓRICO DE PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y ESPECTROS DE EMISIÓN DE COMPUESTOS DONADOR-ACEPTOR CON TRIFENILAMINA Y TRIFENILFOSFINA COMO EML PARA OLEDs MEDIANTE DFT Y TD-DFT

Peñuelas-Gómez, Carlos Alberto

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis Sinaloa, México
carlos.apg@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1387-3631>

Báez-Castro, Alberto

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis Sinaloa, México
alberto.baez@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6137-0932>

Delgado Montiel, Tomás

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis Sinaloa, México
tomas.delgado@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5591-6399>

Soto-Rojo, Rody-Abraham

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis Sinaloa, México
rody.soto@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2344-4689>

Baldenebro-López, Jesús-Adrián

Universidad Autónoma de Sinaloa
Los Mochis Sinaloa, México
jesus.baldenebro@uas.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2186-9552>

Glossman-Mitnik, Daniel

Centro de Investigación en Materiales Avanzados
Chihuahua, Chihuahua, México
daniel.glossman@cimav.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9583-4256>

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo de las propiedades electrónicas y químicas de dos compuestos del tipo donador-aceptor: uno a base de trifetilamina y otro de trifetilfosfina. Mediante química

computacional, ambos compuestos fueron analizados empleando la teoría de funcionales de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés) y la teoría de funcionales de la densidad dependiente del tiempo (TD-DFT, por sus siglas en inglés). Se realizó el análisis de los niveles de energía del orbital molecular más alto ocupado (HOMO) y del orbital molecular más bajo desocupado (LUMO), con el objetivo de determinar si los niveles cumplen con las condiciones necesarias para su empleo como capa emisora de luz (EML, por sus siglas en inglés) en diodos emisores de luz orgánicos (OLED, por sus siglas en inglés). Además, se estudió el comportamiento espectral de emisión mediante TD-DFT, empleando el conjunto base 6-31G(d) y variando el funcional entre CAM-B3LYP, M06-2X y M11, con el fin de establecer una metodología adecuada para el análisis comparativo. A partir del análisis de la banda de emisión máxima (λ_{emmax}), se concluyó que el compuesto basado en trifenilamina presenta mayor eficiencia energética como material emisor en OLEDs.

Palabras clave: DFT, OLED, emisión, trifenilamina, trifenilfosfina

ABSTRACT

A comparative study was conducted on the electronic and chemical properties of two donor–acceptor type compounds: one based on triphenylamine and the other on triphenylphosphine. Using computational chemistry, both compounds were analyzed employing Density Functional Theory (DFT) and Time-Dependent Density Functional Theory (TD-DFT). The energy levels of the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) were examined to determine whether the levels meet the necessary conditions for use as an emissive layer (EML) in organic light-emitting diodes (OLEDs). Additionally, the emission spectral behavior was studied using TD-DFT with the 6-31G(d) basis set, varying the functional among CAM-B3LYP, M06-2X, and M11, in order to establish an appropriate methodology for comparative analysis. Based on the analysis of the maximum emission band (λ_{emmax}), it was concluded that the compound based on triphenylamine exhibits higher energy efficiency as an emissive material in OLEDs.

Keywords: DFT, OLED, emission, triphenylamine, triphenylphosphine

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los dispositivos más innovadores en la última década son los dispositivos OLEDs los cuales requieren de poca energía para la generación de luz en pantallas electrónicas. Sin embargo, estos dispositivos presentan desafíos al tener un costo elevado y una vida útil limitada (Bauri et al., 2021). Los dispositivos OLEDs se componen principalmente de un ánodo, una capa de transporte de huecos (HIL, por sus siglas en inglés), una capa emisora de luz (EML, por sus siglas en inglés), una capa de transporte de electrones (EIL, por sus siglas en inglés) y un cátodo. En los OLED la capa emisora de luz que se componen de un compuesto “orgánico” se encarga de la recombinación de electrones y huecos para formar excitones que al desexcitarse emiten fotones (luz visible) (Bauri et al., 2021). Los compuestos a base de trifenilamina como EML ha ganado interés científico debido a sus propiedades electrónicas. Por otra parte, la trifenilamina posee una estructura similar a la trifenilfosfina la cual tiene un bajo costo y gran estabilidad química por lo cual podría ser empleada como EML (Rybakiewicz et al., 2017). Con la química computacional es posible hacer un análisis aproximado de las propiedades electrónicas, estructurales y químicas de las moléculas antes de ser llevadas al laboratorio, lo que proporciona información valiosa para la experimentación de nuevos compuestos. Con lo anterior, empleando DFT y TD-DFT se realizó la comparación de un compuesto a base de trifenilamina y uno de trifenilfosfina con el fin de observar su comportamiento y propiedades electrónicas como EML para OLEDs.

2. MARCO CONCEPTUAL

En un estudio experimental, se analizaron las propiedades electrónicas y químicas de nueve compuestos orgánicos a base de oligoeno conjugado con grupos fenilo. De estos, dos compuestos están basados en trifenilamina, los cuales mostraron buenas propiedades fotoelectroquímicas, incluyendo una emisión en la región visible cercano a los 550 nm (Kitamura et al., 2004). Finalmente, el equipo de trabajo realizó un estudio computacional de los compuestos presentados en este trabajo empleando los métodos DFT y TD-DFT para el análisis de las propiedades fotofísicas. En esta investigación, se encontró que la trifenilfosfina cumple con las características necesarias para ser empleada en DSSC; sin embargo, la trifenilamina muestra mejores propiedades como sensibilizador (Báez Castro et al., 2025).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

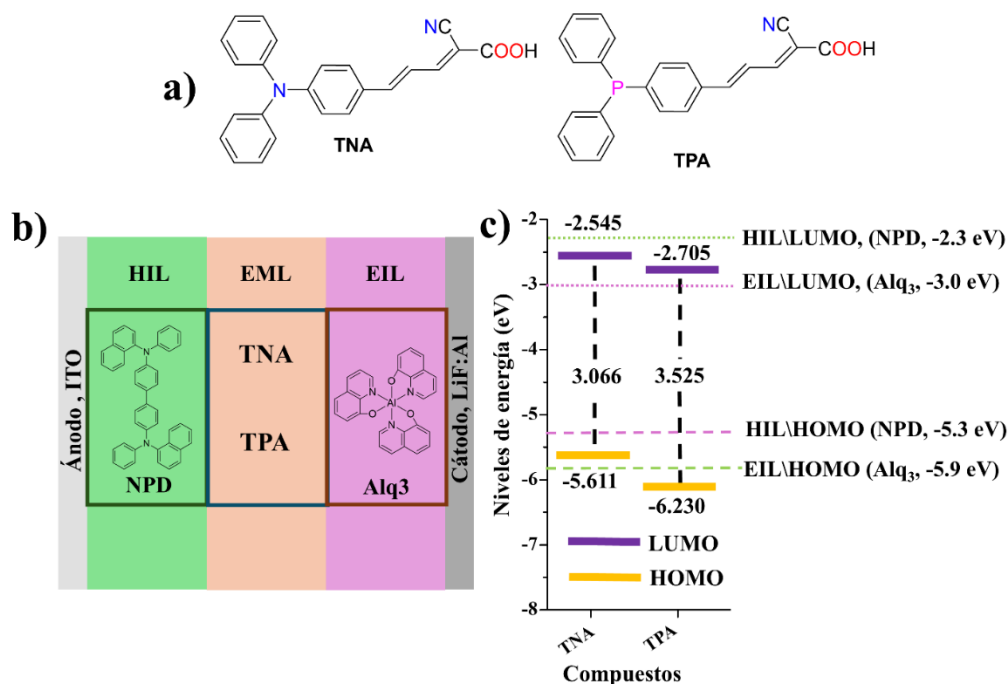
El estudio computacional se realizó con la paquetería Gaussian 16 (Frisch et al., 2016), empleando la teoría funcionales de la densidad (DFT) (Vignale & Rasolt, 1987) para la obtención de las estructuras mínima energía y el análisis de niveles de energía se utilizó el funcional híbrido Meta-GGA M06 (Zhao & Truhlar, 2008) y el conjunto de base 6-31G(d) (Hehre et al., 1972; Rassolov et al., 2001). Con la teoría de funcionales de la densidad dependiente del tiempo (TD-DFT) (Burke et al., 2005), se obtuvieron los espectros de emisión y sus transiciones electrónicas empleando el funcional M06-2X (Zhao & Truhlar, 2008), M11 (Verma et al., 2019) y CAM-B3LYP (Yanai et al., 2004), con el conjunto base 6-31G(d).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estructura de TFN y TPN se encuentran representados en la figura 1a. En la figura 1b se representa la estructura básica de un OLED donde el ánodo es a base Óxido de Indio y Estaño (ITO), el HIL se compone de N,N'-Di(1-naftil)-N,N'-difenil-(1,1'-bifenil)-4,4'-diamina (NPD), la EML se representan con los compuestos TNA y TPA mostrados en la figura 1a, la EIL se compone del complejo tris(8-hidroxiquinolinato) de aluminio (Alq_3) y el cátodo a base de Fluoruro de litio y aluminio (LiF:Al). Una de las condiciones para que la EML cumpla su función en el mecanismo de un OLED es necesario que el nivel LUMO de EIL (Alq_3 , -3.0 eV) debe estar ligeramente debajo del nivel LUMO de la EML, para un transporte eficiente de electrones del cátodo hacia la EML. Además, el nivel LUMO de la HIL (NPD, -2.3 eV) debe estar sobre el nivel LUMO de la EML para evitar que los electrones se filtren hacia el ánodo. Por otra parte, el nivel HOMO de la EML debe estar por debajo del nivel HOMO de la HIL (NPD, -5.3 eV) y del nivel HOMO de la EIL (-5.9 eV) lo que mejora la recombinación de cargas en la EML y con ello la eficiencia luminosa del OLED, ya que facilita la inyección de huecos desde la HIL hacia la EML y evita la fuga de huecos hacia la EIL. Con el análisis anterior y la figura 1c se observa que TNA cumple con lo necesario para ser una EML eficiente. Por otra parte, el compuesto TPA cumple solo con algunas de las condiciones mencionadas por lo que no tendría una buena eficiencia energética.

Figura 1

a) Estructura química de TNA y TPA. b) Diagrama básico de un OLED para TNA y TPA. c) Esquema de los niveles de energía HOMO/LUMO de TNA y TPA como EML en OLEDs.



El análisis de los espectros de emisión en la figura 2 y la Tabla 1 de TNA y TPA muestra que TNA presenta una banda de absorción máxima ($\lambda_{em,max}$) cercana al valor experimental (494 nm), siendo M06-2X el funcional más preciso (493 nm). En contraste, TPA exhibe desplazamiento hipsocrómico con CAM-B3LYP (467 nm) y M11 (422 nm), mientras que M06-2X genera un desplazamiento batocrómico, atribuido a la sobrestimación energética del funcional. Por su precisión en sistemas con fuerte transferencia de carga, se seleccionó CAM-B3LYP para el análisis. Con este nivel de cálculo, se observa que sustituir nitrógeno por fósforo reduce la $\lambda_{em,max}$ de 477 nm a 467 nm, indicando que TNA requiere menos energía para emitir luz.

Figura 2
Espectros de emisión teóricos de los compuestos TNA y TPA.

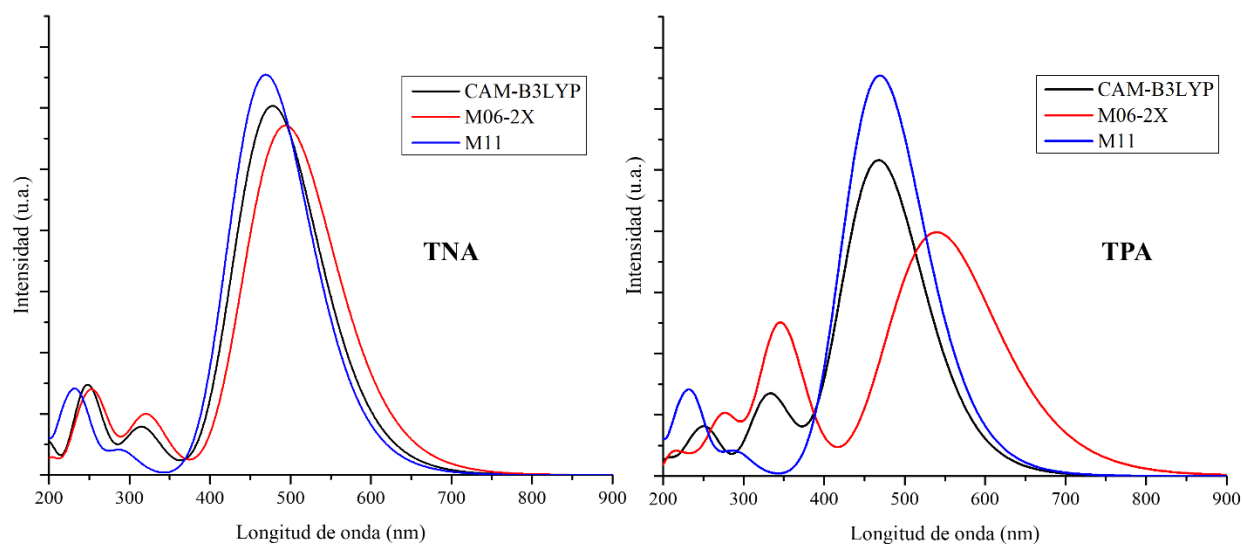


Tabla 1

Banda de emisión máxima de los espectros de emisión teóricos.

Banda de emisión máxima (λ_{emmax})				
Compuestos	Funcional			Experimental
	CAM-B3LYP	M06-2X	M11	
TNA	477 nm	493 nm	469 nm	494 nm
TPA	467 nm	540 nm	422 nm	-----

5. CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los compuestos TNA y TPA como materiales emisores en OLEDs muestra que TNA tiene características electrónicas y ópticas superiores para su uso en dispositivos emisores de luz. La alineación de los niveles HOMO/LUMO indica que TNA cumple con los requisitos necesarios para una inyección y recombinación de cargas eficientes, lo que mejora su rendimiento como capa emisora. Por otro lado, TPA no cumple del todo con estos criterios, lo que limita su eficiencia energética. Los espectros de emisión teóricos, calculados mediante TD-DFT con diferentes funcionales, revelan que TNA tiene una banda de emisión máxima que se acerca más al valor experimental, especialmente con el funcional M06-2X. Sin embargo, se eligió CAM-B3LYP como el más adecuado para el análisis debido a su precisión en sistemas con fuerte transferencia de carga.

REFERENCIAS

- Báez Castro, A., Delgado Montiel, T. de J., Baldenebro Lopez, J. A., Soto Rojo, R. A., Glossman Mitnik, D., & Peñuelas Gámez, C. A. (2025). Análisis computacional de la trifenilamina y trifenilfosfina como sensibilizadores del tipo donador-aceptor en celdas solares sensibilizadas por colorante. *Energías Renovables*, 12(55). <https://doi.org/10.59730/rer.v12n55a1>
- Bauri, J., Choudhary, R. B., & Mandal, G. (2021). Recent advances in efficient emissive materials-based OLED applications: a review. In *Journal of Materials Science* (Vol. 56, Issue 34, pp. 18837–18866). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-06503-y>
- Burke, K., Werschnik, J., & Gross, E. K. U. (2005). Time-dependent density functional theory: Past, present, and future. *The Journal of Chemical Physics*, 123(6), 062206. <https://doi.org/10.1063/1.1904586>
- Cancès, E., Mennucci, B., & Tomasi, J. (1997). A new integral equation formalism for the polarizable continuum model: Theoretical background and applications to isotropic and anisotropic dielectrics. *Journal of Chemical Physics*, 107(8), 3032–3041. <https://doi.org/10.1063/1.474659>
- Cester, A., Bari, D., Framarin, J., Wrachien, N., Meneghesso, G., Xia, S., Adamovich, V., & Brown, J. J. (2010). Thermal and electrical stress effects of electrical and optical characteristics of Alq3/NPD OLED. *Microelectronics Reliability*, 50(9–11), 1866–1870. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2010.07.114>
- Cossi, M., & Barone, V. (2001). Time-dependent density functional theory for molecules in liquid solutions. *Journal of Chemical Physics*, 115(10), 4708–4717. <https://doi.org/10.1063/1.1394921>
- Cui, D., Wang, S., Li, S., Liu, Y., Du, H., Du, Q., Zhao, L., Wang, W., & Dong, X. (2021). Enhanced performance of OLED based on molecular orientation of emission layer by optimized substrate temperature. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32(9), 12075–12083. <https://doi.org/10.1007/s10854-021-05836-3>
- Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Petersson, G. A., Nakatsuji, H., Li, X., Caricato, M., Marenich, A.

- V, Bloino, J., Janesko, B. G., Gomperts, R., Mennucci, B., Hratchian, H. P., Ortiz, J. V, ... Fox, D. J. (2016). *Gaussian 16 Rev. C.01*.
- Hehre, W. J., Ditchfield, R., & Pople, J. A. (1972). Self—Consistent Molecular Orbital Methods. XII. Further Extensions of Gaussian—Type Basis Sets for Use in Molecular Orbital Studies of Organic Molecules. *The Journal of Chemical Physics*, 56(5), 2257–2261. <https://doi.org/10.1063/1.1677527>
- Kitamura, T., Ikeda, M., Shigaki, K., Inoue, T., Anderson, N. A., Ai, X., Lian, T., & Yanagida, S. (2004). Phenyl-Conjugated Oligoene Sensitizers for TiO₂ Solar Cells. *Chemistry of Materials*, 16(9), 1806–1812. <https://doi.org/10.1021/cm0349708>
- Lewars, E. G. (2011). Computational Chemistry. In *Scientific Data Mining and Knowledge Discovery* (2nd Ed.). Springer Netherlands.
- Lu, S.-I. (2015). On the performance of range-separated hybrid in computations of dynamic quadratic polarizability of solution-phase organic molecules: a comparison to MP2(Full) calculation. *Theoretical Chemistry Accounts*, 134(1), 1589. <https://doi.org/10.1007/s00214-014-1589-z>
- Meunier, F. (2007). The greenhouse effect: A new source of energy. *Applied Thermal Engineering*, 27(2–3), 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.05.028>
- Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2022). Renewable energy and climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158(January), 112111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112111>
- OSRAM GmbH. (2025). *Color Calculator (7.77)*. OSRAM.
- Parr, R. G., Levy, M., & Balduz, J. L. (1982). Density-Functional Theory for Fractional Particle Number: Derivative Discontinuities of the Energy. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, 49(23), 1691–1694. <https://doi.org/https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.1691>
- Pinato, A., Cester, A., Meneghini, M., Wrachien, N., Tazzoli, A., Xia, S., Adamovich, V., Weaver, M. S., Brown, J. J., Zaroni, E., & Meneghesso, G. (2010). Impact of trapped charge and interface defects on the degradation of the optical and electrical characteristics in NPD/Alq₃ OLEDs. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 57(1), 178–187. <https://doi.org/10.1109/TED.2009.2034505>
- Rassolov, V. A., Ratner, M. A., Pople, J. A., Redfern, P. C., & Curtiss, L. A. (2001). 6-31G* basis set for third-row atoms. *Journal of Computational Chemistry*, 22(9), 976–984. <https://doi.org/10.1002/jcc.1058>
- Rybakiwicz, R., Zagorska, M., & Pron, A. (2017). Triphenylamine-based electroactive compounds: Synthesis, properties and application to organic electronics. In *Chemical Papers* (Vol. 71, Issue 2, pp. 243–268). De Gruyter Open Ltd. <https://doi.org/10.1007/s11696-016-0097-0>
- S. I. Gorelsky. (1997). *AOMix: Program for Molecular Orbital Analysis* (6.94). <http://www.sg-chem.net/>. <http://www.sg-chem.net/>
- Verma, P., Wang, Y., Ghosh, S., He, X., & Truhlar, D. G. (2019). Revised M11 Exchange-Correlation Functional for Electronic Excitation Energies and Ground-State Properties. *Journal of Physical Chemistry A*, 123(13), 2966–2990. <https://doi.org/10.1021/acs.jpca.8b11499>
- Vignale, G., & Rasolt, M. (1987). Density-functional theory in strong magnetic fields. *Physical Review Letters*, 59(20), 2360–2363. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.59.2360>
- Walker, M., Harvey, A. J. A., Sen, A., & Dessent, C. E. H. (2013). Performance of M06, M06-2X, and M06-HF density functionals for conformationally flexible anionic clusters: M06 functionals perform better than B3LYP for a model system with dispersion and ionic hydrogen-bonding interactions. *Journal of Physical Chemistry A*, 117(47), 12590–12600. <https://doi.org/10.1021/jp408166m>

- Whangbo, M.-H. (2005). Theory and Applications of Computational Chemistry. In *Theory and Applications of Computational Chemistry*.
- Xia, C., Wang, X., Lin, J., Jiang, W., Ni, Y., & Huang, W. (2009). Organic light-emitting devices (OLED) based on new triphenylamine derivatives. *Synthetic Metals*, 159(3–4), 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2008.08.014>
- Yanai, T., Tew, D. P., & Handy, N. C. (2004). A new hybrid exchange-correlation functional using the Coulomb-attenuating method (CAM-B3LYP). *Chemical Physics Letters*, 393(1–3), 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2004.06.011>
- Zaier, R., Hajaji, S., Kozaki, M., & Ayachi, S. (2019). DFT and TD-DFT studies on the electronic and optical properties of linear π -conjugated cyclopentadithiophene (CPDT) dimer for efficient blue OLED. *Optical Materials*, 91, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2019.03.013>
- Zhao, Y., & Truhlar, D. G. (2008). The M06 suite of density functionals for main group thermochemistry, thermochemical kinetics, noncovalent interactions, excited states, and transition elements: two new functionals and systematic testing of four M06-class functionals and 12 other function. *Theoretical Chemistry Accounts*, 120(1–3), 215–241. <https://doi.org/10.1007/s00214-007-0310-x>

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.