

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 Gigch, 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 Gigch, 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.