

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](mailto:pablo.jn35@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8206-1568>

**Ribeiro Vargas, Tomás**

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

[ribeirothomas2020@gmail.com](mailto:ribeirothomas2020@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8991-5301>

**Alvarez, Alicia**

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, Argentina

[aliciaalvarez@fceqyn.unam.edu.ar](mailto: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](mailto: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](mailto: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.
- Pedinaci, 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.