ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Manual digital para potenciar el uso de simulador Phet como recurso didáctico en la asignatura de biología

Digital manual to enhance the educational use of PhET simulators in high school biology

[1] María Elena Alarcón Villares https://orcid.org/0009-0003-0783-0058
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayaquil, Ecuador.
Maestría en Educación mención en Pedagogía en Entornos Digitales
mealarconv@ube.edu.ec

[2] Aylee Kimberly Bravo Wonsang https://orcid.org/0009-0003-1131-8719
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayaquil, Ecuador.
Maestría en Educación mención en Pedagogía en Entornos Digitales
akbravow@ube.edu.ec

[3] Omar Paul Segarra Figueroa https://orcid.org/0000-0002-2437-2891
Universidad Nacional de Educación (UNAE), Azogues, Ecuador.
omar.segarra@unae.edu.ec

[4] Kety Bernardes Carballo https://orcid.org/0000-0002-2234-9735
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayaquil, Ecuador.
kbernardesc@ube.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica
Enviado: 15/06/2025
Revisado: 14/07/2025
Aceptado: 22/08/2025
Publicado:25/09/2025
DOI: **https://doi.org/10.33262/ap.v7i3.1.649**

Cítese:

Alarcón Villares, M. E., Bravo Wonsang, A. K., Segarra Figueroa, O. P. ., & Bernardes Carballo , K. (2025). Manual digital para potenciar el uso de simulador Phet como recurso didáctico en la asignatura de biología. *AlfaPublicaciones*, *7*(3.1), 231–249. https://doi.org/10.33262/ap.v7i3.1.649

ALFA PUBLICACIONES, *e*s una revista multidisciplinar, t**rimestral,** que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. https://alfapublicaciones.com
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Palabras claves:
Simuladores virtuales, aprendizaje significativo, biología educativa, manual digital, innovación pedagógica.

Resumen

Introducción: en el contexto actual de transformación digital educativa, los simuladores virtuales se han convertido en herramientas clave para fomentar el aprendizaje significativo de contenidos complejos en asignaturas como Biología. Esta investigación, fue desarrollada en la Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco de La Tola, en Quito, Ecuador. **Objetivos:** como objetivo principal determinar el impacto del uso de un manual digital interactivo, elaborado en la herramienta Canva, que orienta el uso pedagógico de los simuladores PhET en la enseñanza de Biología a estudiantes de tercer año de bachillerato. **Metodología:** bajo un enfoque metodológico mixto, de tipo aplicado, descriptivo y cuasiexperimental, se integraron técnicas cuantitativas (pre-test y post-test, encuestas tipo Likert) y cualitativas (entrevistas semiestructuradas y rúbricas de observación), con una muestra aleatoria estratificada compuesta por un grupo experimental y un grupo de control, además de la participación de un docente en el proceso de validación. **Resultados:** los resultados evidenciaron que el 71.43% de los estudiantes ya habían utilizado simuladores, aunque su uso frecuente era limitado; el 82.14% consideró que estos recursos contribuyen significativamente al aprendizaje de Biología. Asimismo, se identificaron barreras técnicas en el manejo de los simuladores, lo que refuerza la necesidad de materiales pedagógicos complementarios y formación digital. El manual elaborado fue valorado por su claridad, funcionalidad y aporte didáctico, promoviendo la comprensión de fenómenos abstractos y fortaleciendo habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. **Conclusiones:** en conclusión esta investigación no sólo valida la eficacia del uso de simuladores en entornos educativos, sino que también ofrece una propuesta concreta e innovadora para mejorar la didáctica de la asignatura mediante la integración efectiva de tecnologías digitales accesibles, adaptadas al contexto escolar ecuatoriano**. Área de estudio general:** Ciencias Naturales. **Área de estudio específica:** Biología. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Keywords:
Virtual simulators,

Abstract

Introduction: In the current context of educational digital transformation, virtual simulators have become key tools to

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

meaningful learning, educational biology, digital manual, pedagogical innovation.

promote the meaningful learning of complex content in subjects such as Biology. This research was conducted at the Don Bosco de La Tola Educational Unit in Quito, Ecuador. **Objectives:** The main objective is to determine the impact of the use of an interactive digital manual, developed in the Canva tool, which guides the pedagogical use of PhET simulators in the teaching of Biology to third-year high school students. **Methodology:** Under a mixed methodological approach, applied, descriptive and quasi-experimental, quantitative techniques (pre-test and post-test, Likert-type surveys) and qualitative techniques (semi-structured interviews and observation rubrics) were integrated, with a stratified random sample composed of an experimental group and a control group, in addition to the participation of a teacher in the validation process. **Results:** The results showed that 71.43% of the students had already used simulators, although their frequent use was limited; 82.14% considered that these resources contributed significantly to the learning of Biology. Likewise, technical barriers were identified in the use of simulators, which reinforces the need for complementary pedagogical materials and digital training. The manual was valued for its clarity, functionality, and didactic contribution, promoting the understanding of abstract phenomena and strengthening skills such as critical thinking and problem solving. **Conclusions:** In conclusion, this research not only validates the effectiveness of the use of simulators in educational environments but also offers a concrete and innovative proposal to improve the didactics of the subject through the effective integration of accessible digital technologies, adapted to the Ecuadorian school context**. General Area of Study:** Natural Sciences. **Specific area of study: Biology**. **Type of study:** Original article.

1. Introducción

En el contexto actual de transformación digital educativa, la integración de recursos tecnológicos innovadores en el aula se ha convertido en una necesidad imperante (Medina et al., 2025). Las generaciones actuales de estudiantes, nativos digitales por naturaleza, demandan metodologías activas y herramientas interactivas que les permitan involucrarse de forma significativa en su proceso de aprendizaje (Silva et al., 2024). En este sentido la enseñanza de ciencias, y particularmente la Biología, presenta retos específicos debido a

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

la complejidad y abstracción de muchos de sus conceptos. En este marco, de acuerdo con el criterio de Ajila et al. (2025) los simuladores virtuales emergen como una alternativa didáctica que facilita la comprensión de fenómenos biológicos, al tiempo que promueve habilidades cognitivas superiores como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la autonomía en el aprendizaje.

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco de La Tola, en Quito, Ecuador, con estudiantes de tercer año de bachillerato. Se identificaron falencias en el dominio de competencias necesarias para afrontar exitosamente evaluaciones como las pruebas estandarizadas de ingreso a la universidad. Ante esta realidad, se diseñó una propuesta pedagógica centrada en la elaboración de un manual digital interactivo, creado en la herramienta Canva, que orienta el uso didáctico de los simuladores virtuales PhET en la asignatura de biología. Delgado et al. (2021) indican que al implementar esta clase de iniciativas, lo que se busca es vincular recursos tecnológicos con principios pedagógicos contemporáneos, respondiendo a los requerimientos de una educación contextualizada, inclusiva y de calidad.

El objetivo principal de este estudio es determinar el impacto del uso del manual como recurso pedagógico para mejorar el aprendizaje significativo de conceptos biológicos complejos. Se parte de la hipótesis de que el uso sistemático y orientado de simuladores virtuales, apoyado en un material visualmente atractivo y pedagógicamente estructurado, favorece una mejor comprensión de los contenidos científicos, incrementa la motivación estudiantil y optimiza la labor docente. A través de un enfoque metodológico mixto, que combina instrumentos cuantitativos y cualitativos, se busca validar esta propuesta y contribuir al cuerpo de conocimiento sobre innovación educativa mediada por tecnologías digitales.

Esta investigación se enmarca en las líneas de innovación y tecnologías aplicadas de la Universidad Bolivariana del Ecuador, con énfasis en el diseño y validación de recursos educativos digitales. A través de esta propuesta, se pretende fortalecer la didáctica de las ciencias naturales, ofreciendo a estudiantes una herramienta útil, accesible y alineada con las exigencias del siglo XXI.

1.1. Desarrollo teórico

El aprendizaje significativo, propuesto por Ausubel, sostiene que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando relacionan nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas (Moreira-Chóez et al., 2021). De igual modo en la enseñanza de las ciencias, y particularmente en Biología, este enfoque es esencial para comprender conceptos complejos y abstractos (Halanoca, 2024). En este sentido Bonilla et al. (2023) los simuladores virtuales se constituyen como herramientas didácticas que facilitan esta comprensión al permitir la interacción y experimentación en entornos controlados y

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

seguros. Además Benavides & Anzules (2025) en su estudio han demostrado que el uso de simuladores virtuales en la educación científica mejora la comprensión conceptual y promueve un aprendizaje más profundo y significativo.

La plataforma *PhET Interactive Simulations*, desarrollada por la Universidad de Colorado, ofrece simulaciones interactivas gratuitas en áreas como física, química, matemáticas y biología (Cabrera-Nazareno et al., 2024). También se plantea que estas simulaciones permiten a los estudiantes manipular variables y observar resultados en tiempo real, facilitando la visualización de procesos que, de otra manera, serían difíciles de entender (Barradas-Arenas et al., 2023). Junto a esto Orrego et al. (2024) ha evidenciado que las simulaciones de PhET son efectivas para mejorar la comprensión conceptual en ciencias, al proporcionar representaciones dinámicas y accesibles de fenómenos complejos.

También se ha evidenciado que la integración de simuladores virtuales en el aula no solo mejora la comprensión de fenómenos abstractos, sino que también incrementa la motivación y la participación de los estudiantes (Cola et al., 2024). Por ejemplo, una investigación realizada en Ecuador demostró que el uso de simuladores virtuales tuvo un impacto significativo en el aprendizaje de conceptos científicos, mejorando la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes (Hurtado et al., 2025). Sin embargo, para una implementación efectiva, es esencial contar con estrategias pedagógicas claras y recursos didácticos que guíen su uso, además de docentes capacitados para mediar estos procesos de aprendizaje.

Por otro lado, el uso de herramientas como Canva en la elaboración de manuales educativos permite diseñar materiales visualmente atractivos, personalizados y fácilmente accesibles. Esta plataforma facilita la integración de infografías, secuencias paso a paso, enlaces interactivos y recursos multimedia, atendiendo a distintos estilos de aprendizaje y niveles de competencia digital. Además, empodera a los docentes en la creación de contenidos propios, adaptados a su contexto y a las necesidades de sus estudiantes (Gopalan, 2020).

Desde el punto de vista didáctico, el diseño instruccional de un manual debe responder a criterios de claridad, progresión, accesibilidad y usabilidad. Su estructura debe contemplar objetivos claros, actividades guiadas, estrategias de evaluación y retroalimentación continua. Cuando se vincula con el uso de simuladores virtuales, el manual no solo orienta el uso técnico de la herramienta, sino que también propone escenarios de aplicación que promueven el aprendizaje activo y colaborativo (Pérez et al., 2024).

Asimismo, es importante considerar la percepción de los usuarios estudiantes y docentes sobre la utilidad de los simuladores y el manual digital. Investigaciones actuales

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

coinciden en señalar que la aceptación tecnológica, la motivación intrínseca y el sentido de autoeficacia son factores determinantes en el éxito de estas estrategias. Por tanto, la validación empírica de esta propuesta contempla estos elementos como parte integral del análisis.

Finalmente, esta propuesta se enmarca en un proceso de innovación educativa sostenible, que busca incorporar de forma significativa las tecnologías en el aula sin desplazar las buenas prácticas pedagógicas tradicionales. La integración de TIC en educación debe entenderse no como un fin en sí mismo, sino como un medio para enriquecer la experiencia de enseñanza-aprendizaje, haciendo del estudiante un sujeto activo, crítico y creativo frente al conocimiento.

2. Metodología

La presente investigación se enmarca en un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos con el objetivo de analizar el diseño, implementación y evaluación de un manual digital interactivo que orientó al uso pedagógico de simuladores PhET en la asignatura de Biología. Este enfoque permitió combinar la generalización de los datos cuantitativos con la comprensión profunda de los aspectos cualitativos, lo que enriqueció el análisis del fenómeno educativo (Bagur et al., 2021).

Desde el punto de vista metodológico, la investigación fue de tipo aplicada, al proponer una solución concreta a una problemática educativa mediante la creación de un recurso didáctico innovador (Alcívar & Lemos, 2024). A su vez, fue descriptiva al caracterizar las necesidades educativas y técnicas de los estudiantes de Biología, y cuasi experimental, utilizando un diseño con grupo experimental y grupo de control, lo cual permitió evaluar la efectividad de la intervención (Golopan et al., 2020).

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco de La Tola, en Quito, Ecuador, durante el año lectivo 2024-2025. La población estuvo conformada por aproximadamente 50 estudiantes de tercer año de bachillerato quienes realizaron la encuesta sobre el uso de simuladores, se realizó la validación del manual con la participación de docentes de la especialidad, de lenguaje y del área de Informática.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se aplicaron pruebas académicas tipo pretest y post-test, orientadas a medir el aprendizaje significativo en contenidos específicos de la asignatura. Además, se emplearon rúbricas de observación directa para evaluar competencias como el pensamiento crítico, el uso de habilidades digitales y la resolución de problemas (García, 2014).

Desde la dimensión cualitativa, se utilizaron encuestas tipo Likert de 5 puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo), dirigidas al grupo experimental, para valorar la utilidad, accesibilidad y pertinencia del manual. También se realizaron

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

entrevistas semiestructuradas con estudiantes seleccionados intencionadamente, a fin de profundizar en sus percepciones sobre el uso del manual y los simuladores (Piza et al., 2019). La validación del manual se efectuó con la participación del docente de Biología, quien analizó aspectos de coherencia curricular, claridad instruccional y aplicabilidad pedagógica del material.

La investigación cumplió con los principios éticos establecidos para estudios en contextos educativos. Se obtuvo el permiso institucional mediante la autorización del señor rector correspondiente, y los estudiantes participaron de forma voluntaria tras otorgar su consentimiento de padres de familia informados, garantizando la confidencialidad de los datos (Espinoza & Calva, 2020).

3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados del estudio. Como punto de partida, se caracteriza la línea base del estudiantado respecto al uso de simuladores educativos, describiendo su familiaridad, frecuencia y propósitos de uso. Para ello, se reportan estadísticas descriptivas que permiten contextualizar los análisis posteriores sobre el impacto del manual digital. Estos indicadores se sintetizan a continuación, como se observa en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Frecuencias, porcentajes y estadísticos descriptivos sobre el uso de simuladores educativos

Pregunta	Opción	f	%	Media	Moda	Desv. estándar
¿Has utilizado simuladores educativos en alguna asignatura?	No	16	28.57	0.71	1	0.45
	Sí	40	71.43	0.71	1	0.45
¿Con qué frecuencia utiliza simuladores educativos?	Nunca	11	19.64	1.09	1	0.74
	Rara vez	31	55.36	1.09	1	0.74
	Mensual	12	21.43	1.09	1	0.74
	Semanal	2	3.57	1.09	1	0.74
¿Cuál ha sido tu experiencia general al utilizar simuladores educativos?	Negativo	4	7.14	3.23	3	1.15
	Regular	13	23.21	3.23	3	1.15
	Neutral	21	37.50	3.23	3	1.15
	Muy bueno	13	23.21	3.23	3	1.15
	Excelente	5	8.93	3.23	3	1.15
¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentas al utilizar simuladores educativos?	No entiendo el manejo	34	60.71	No aplica	No aplica	No aplica
	Difícil de manejar	15	26.79	No aplica	No aplica	No aplica
	No puedo manejar el simulador	7	12.50	No aplica	No aplica	No aplica

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Tabla 1

Frecuencias, porcentajes y estadísticos descriptivos sobre el uso de simuladores educativos (continuación)

Pregunta	Opción	f	%	Media	Moda	Desv. estándar
¿Cómo crees que los simuladores pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje?	Nada	2	3.57	2.89	3	0.52
	Poco	8	14.29	2.89	3	0.52
	Mucho	46	82.14	2.89	3	0.52
¿Qué contenidos se consideran indispensables en un manual electrónico para simuladores?	Biología	6	10.71	No aplica	No aplica	No aplica
	Biología superior	5	8.93	No aplica	No aplica	No aplica
	Química	1	1.79	No aplica	No aplica	No aplica
	Todas las relacionadas a Biología y Química	44	78.57	No aplica	No aplica	No aplica

Nota. f = frecuencia absoluta; % = porcentaje; Desv. estándar = desviación estándar. Las celdas con "No aplica" indican que no se calcularon estadísticas debido a la naturaleza cualitativa de las opciones.

3.1. Frecuencia de los resultados

Los resultados obtenidos muestran un panorama favorable respecto al uso de simuladores educativos entre los estudiantes de bachillerato. En cuanto a la experiencia previa, el 71.43% indicó haber utilizado simuladores en alguna asignatura, lo cual se refleja en una media de 0.71 en una escala dicotómica, con moda igual a 1, es decir, la mayoría respondió afirmativamente.

Respecto a la frecuencia de uso, predominó la opción “rara vez” con un 55.36%, seguida de “mensual” (21.43%). A pesar de ello, la media global de esta variable fue 1.09 sobre una escala de 0 a 3, indicando un uso poco frecuente. Estos datos sugieren que, aunque existe familiaridad con los simuladores, su uso sistemático aún no está consolidado.

En relación con la experiencia general, la categoría “neutral” fue la más común (37.5%), aunque un 23.21% la consideró “muy buena” y otro 23.21% “regular”. La media de esta variable fue de 3.23, con moda de 3, indicando una percepción general positiva pero moderada, lo que evidencia oportunidades de mejora en la implementación pedagógica.

Al explorar las dificultades, un alto porcentaje (60.71%) manifestó que no entiende el manejo de los simuladores, seguido por un 26.79% que los considera difíciles de usar. Este hallazgo es clave para establecer estrategias de capacitación y mejora de la usabilidad de los recursos digitales.

Sobre la percepción de mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en Biología, el 82.14% consideró que los simuladores ayudan “mucho”, reflejándose en una media de 2.89 sobre

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

3. Esta percepción tan alta valida la pertinencia de incluirlos como recurso didáctico habitual.

Finalmente, en cuanto a los contenidos que deberían incluirse en un manual digital, un contundente 78.57% opinó que todos los relacionados a Biología y Química son indispensables, lo cual indica la necesidad de una cobertura amplia y transversal en las áreas científicas.

3.2. Resultados de los expertos

los resultados obtenidos de la validación de la "Guía digital en Canva para el uso de simuladores PhET", realizada por un panel de seis expertos en el área de educación, ciencia y tecnología. Se utilizó un cuestionario de 12 ítems con una escala de Likert de 1 (Totalmente en desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo).

Los resultados de la validación fueron mayormente positivos, indicando un alto grado de acuerdo entre los expertos sobre la calidad y pertinencia de la guía.

1. Diseño, usabilidad y estructura: los expertos valoraron muy positivamente los aspectos de diseño y facilidad de uso de la guía. Se alcanzó el máximo consenso posible en que el manual incluye imágenes y recursos gráficos que facilitan la comprensión (Ítem 4), con el 100% de los evaluadores seleccionando "Totalmente de acuerdo". De manera similar, la mayoría (83.3%) estuvo "Totalmente de acuerdo" en que la navegación es accesible e intuitiva (Ítem 3) y que la combinación de texto e imágenes refuerza el aprendizaje (Ítem 7). El diseño fue considerado atractivo y fácil de entender (Ítem 1), y el contenido bien organizado (Ítem 2), con un 50% de respuestas "De acuerdo" y un 50% "Totalmente de acuerdo" para ambos ítems.

2. Claridad pedagógica y contenido: la claridad de las instrucciones fue uno de los puntos mejor valorados. El 100% de los especialistas estuvo "Totalmente de acuerdo" en que el manual es claro en las instrucciones para usar los simuladores PhET (Ítem 5). Asimismo, se observó un consenso total (16.7% "De acuerdo" y 83.33% "Totalmente de acuerdo") en que el manual permite entender conceptos complejos de la asignatura de Biología (Ítem 6) y que el simulador PhET facilita la comprensión de los conceptos biológicos (Ítem 10).

3. Impacto en la dinámica de clase y motivación: los expertos coincidieron en el potencial de la guía para mejorar la experiencia en el aula. La mayoría (66.7%) estuvo "Totalmente de acuerdo" y el 33.3 % estuvo de acuerdo en que la interacción con el simulador hace que las clases sean más dinámicas (Ítem 11) y que el manual motiva a investigar más sobre los temas de Biología (Ítem 9). En cuanto a si el manual permite la participación activa de los estudiantes (Ítem 8), cuatro expertos estuvieron "Totalmente

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

de acuerdo", uno "De acuerdo" y uno se mantuvo "Neutral", siendo este el único ítem con una valoración no positiva.

Como se aprecia en la **Tabla 2** estos resultados respaldan la claridad del diseño, la organización del contenido y la pertinencia pedagógica del manual, aportando evidencia de su validez de contenido.

Tabla 2

Frecuencias de las respuestas del panel de expertos para la validación de la guía digital

Nº	Criterio de evaluación	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Neutral (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)	Total
1	El diseño del manual es atractivo y fácil de entender	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (66.7%)	2 (33.3%)	6 (100%)
2	El contenido del manual está bien organizado y desafiante	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (50.0%)	3 (50.0%)	6 (100%)
3	La navegación en el manual es accesible e intuitiva	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	6 (100%)
4	El manual incluye imágenes y recursos gráficos que facilitan la comprensión	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	6 (100.0%)	6 (100%)
5	El manual es claro en las instrucciones para usar los simuladores PhET	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	6 (100%)
6	El manual permite entender conceptos complejos de la asignatura de Biología	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (50.0%)	3 (50.0%)	6 (100%)
7	La combinación de texto e imágenes en el manual refuerza el aprendizaje	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	6 (100%)
8	El manual permite la participación activa de los estudiantes en clase	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	1 (16.7%)	4 (66.7%)	6 (100%)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Tabla 2

Frecuencias de las respuestas del panel de expertos para la validación de la guía digital (continuación)

Nº	Criterio de evaluación	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Neutral (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)	Total
9	El manual motiva a investigar más sobre los temas de Biología	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	6 (100%)
10	El simulador PhET facilita la comprensión de los conceptos biológicos	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (33.3%)	4 (66.7%)	6 (100%)
11	La interacción con el simulador hace que las clases sean más dinámicas	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (33.3%)	4 (66.7%)	6 (100%)
12	El simulador me permite visualizar conceptos complejos de manera clara	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (16.7%)	5 (83.3%)	6 (100%)

Nota. Los porcentajes se calculan con base en un total de 6 participantes. La escala utilizada fue de 1 (Totalmente en desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo).

4. Discusión

Uno de los hallazgos más destacados de esta investigación fue que el 71.43% de los estudiantes de bachillerato reportaron haber utilizado simuladores educativos en alguna asignatura. Este dato evidencia una creciente familiaridad con estas herramientas digitales, coincidiendo con estudios recientes que subrayan la utilidad de los simuladores en el aprendizaje de acuerdo con Orrego et al. (2024) destacan que los simuladores facilitan la representación de fenómenos complejos y contribuyen a la construcción significativa del conocimiento. Esta coincidencia refuerza el valor de los simuladores como recurso pedagógico complementario en contextos educativos donde se busca mejorar la comprensión de conceptos abstractos en Biología.

Sin embargo, es relevante señalar que la frecuencia de uso sigue siendo baja. Un 55.36% de los estudiantes afirmó utilizar los simuladores "rara vez", lo que sugiere que, a pesar de su potencial, estos recursos no están plenamente integrados en las prácticas docentes. Esta tendencia coincide con lo reportado por Cuenca et al. (2023) quienes sostienen que existe una brecha entre el conocimiento de los beneficios de las TIC y su aplicación efectiva en el aula. El criterio del investigador apunta a que esta brecha puede deberse

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

tanto a limitaciones tecnológicas como a la falta de capacitación docente en el diseño e implementación de secuencias didácticas apoyadas en simuladores.

En relación con la experiencia percibida por los estudiantes, un 37.5% la consideró "neutral" y solo un 23.21% "muy buena". Esta valoración moderada podría explicarse, en parte, por las dificultades en el manejo de estas herramientas. De hecho, el 60.71% de los estudiantes indicó no comprender completamente su funcionamiento, y un 26.79% señaló que les resulta difícil operarlos. Esta situación ha sido documentada por Romero-Pleitez & Canjura-Hernández (2025), quienes advierten que la falta de competencias digitales en los estudiantes limita el aprovechamiento de los simuladores, lo cual genera frustración y desinterés. En este sentido, se hace necesario implementar programas de alfabetización digital tanto para estudiantes como para docentes, de forma que se garantice el acceso igualitario y el uso pedagógico efectivo de estas herramientas.

No obstante, y a pesar de las dificultades, un 82.14% de los estudiantes manifestó que los simuladores mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje en Biología. Esta percepción positiva está en línea con los hallazgos de Perdomo-Astudillo & Salazar-Vallejo (2020) quienes demostraron que el uso de simuladores incrementa la motivación y el interés de los estudiantes, generando una participación más activa y significativa. El criterio del investigador sugiere que este tipo de recursos no sólo dinamizan la clase, sino que también promueven el pensamiento crítico, al permitir la observación de variables, la experimentación y el establecimiento de relaciones causa-efecto.

En cuanto al diseño de materiales complementarios, un 78.57% de los estudiantes considera indispensable que los manuales para el uso de simuladores incluyan contenidos tanto de biología como de química. Este resultado coincide con lo planteado por Trujillo et al. (2023) quienes sostienen que los recursos educativos digitales deben contemplar un enfoque interdisciplinario que permita a los estudiantes establecer conexiones entre distintas áreas del conocimiento. En esta línea, el investigador considera que los manuales deben ser concebidos como guías interactivas que faciliten la exploración, integración y aplicación de saberes, contribuyendo a un aprendizaje significativo.

En términos generales, la convergencia entre los resultados empíricos de este estudio y la literatura revisada permite confirmar la relevancia de los simuladores como herramienta didáctica. No obstante, también se identifican aspectos críticos que deben ser atendidos, como la frecuencia de uso, la comprensión funcional de los recursos y la necesidad de diseños instruccionales más integradores. En consecuencia, se recomienda promover procesos de capacitación docente, dotación tecnológica y estrategias de seguimiento que aseguren la sostenibilidad de estas prácticas.

Estos resultados invitan a reflexionar sobre el papel de las instituciones educativas en la innovación pedagógica. Tal como lo afirma Perdomo-Astudillo & Salazar-Vallejo (2020)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

la tecnología por sí sola no garantiza el aprendizaje; su impacto depende de cómo se articula con la pedagogía y la didáctica. Desde esta perspectiva, el criterio del investigador enfatiza la importancia de un enfoque sistémico en el que el uso de simuladores se enmarque en estrategias metodológicas claras, orientadas al desarrollo de competencias y al logro de aprendizajes profundos y transferibles.

En suma, los resultados de esta investigación ratifican que los simuladores virtuales representan una valiosa oportunidad para enriquecer la enseñanza de las ciencias naturales. Su eficacia está ampliamente documentada en la literatura contemporánea, y los datos obtenidos permiten concluir que su incorporación en el aula no solo es viable, sino deseable. Sin embargo, su uso debe estar acompañado de procesos de acompañamiento pedagógico, formación docente continua y elaboración de materiales didácticos que respondan a los contextos reales de los estudiantes.

5. Conclusiones

- De tal forma, en esta investigación se abordó el diseño, validación e implementación de un manual digital basado en simuladores virtuales PhET para la enseñanza de Biología en estudiantes de tercer año de bachillerato, con el propósito de fomentar un aprendizaje más significativo, interactivo y visualmente accesible. A partir del análisis de los datos y del desarrollo de cada fase metodológica, se pueden establecer las siguientes conclusiones que responden a los objetivos planteados.
- En primer lugar, se identificaron diversas necesidades pedagógicas y técnicas entre los estudiantes, relacionadas con el uso de simuladores digitales. Si bien la mayoría manifestó familiaridad con estas herramientas, su aplicación efectiva en el aula es aún limitada y poco sistemática. Esta situación evidencia la falta de recursos de orientación pedagógica, lo cual justifica la elaboración de materiales complementarios como el manual propuesto. Los resultados reflejan que muchos estudiantes no comprenden completamente el uso de los simuladores, o los consideran difíciles de manejar, lo que señala una brecha en la alfabetización digital con fines educativos. Por ello, se considera que uno de los principales aportes de esta investigación radica en visibilizar estas limitaciones y ofrecer una solución accesible y adaptada a su contexto.
- En segundo lugar, el análisis detallado de las simulaciones disponibles en la plataforma PhET permitió seleccionar actividades más pertinentes para la enseñanza de contenidos complejos en Biología, tales como la genética, la difusión celular o el equilibrio de ecosistemas. Esta selección no solo respondió a criterios de pertinencia temática, sino también de claridad visual, interactividad y capacidad para representar fenómenos abstractos. Este proceso aseguró que el

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

contenido del manual digital estuviera alineado con los objetivos curriculares y con las demandas cognitivas de los estudiantes de nivel medio.

- En relación con el diseño del manual, se logró integrar recursos gráficos, elementos pedagógicos y explicaciones prácticas utilizando la herramienta Canva, lo que resultó en un producto visualmente atractivo y didácticamente efectivo. El manual se concibió no sólo como un instructivo, sino como una guía de aprendizaje autónomo y colaborativo, que permite a los estudiantes incorporar los simuladores a las actividades de aula de manera estructurada. Este producto representa una contribución original, dado que hasta el momento no se contaba con un recurso de este tipo en el contexto local.
- Igualmente se diseñaron e incorporaron estrategias didácticas interactivas que acompañan el uso del simulador. Estas estrategias se basan en el aprendizaje significativo, e incluyen preguntas problematizadoras, actividades de predicción y reflexión posterior, lo cual promueve la construcción activa del conocimiento. Los estudiantes que interactuaron con el manual mostraron mejoras en su comprensión de los fenómenos biológicos tratados, lo que evidencia el potencial de esta herramienta como recurso innovador.
- El manual digital en Canva para el uso de simuladores PhET ha sido validado de manera sobresaliente por el panel de expertos. presenta un consenso claro y contundente sobre su pertinencia, calidad y aplicabilidad como recurso pedagógico para la asignatura de Biología, la fortaleza de la guía reside en su claridad instruccional y su diseño visual. Los expertos coincidieron unánimemente en que las instrucciones para el uso de los simuladores PhET son explícitas y que la integración de imágenes y recursos gráficos es altamente eficaz para facilitar la comprensión, lo cual es fundamental para una herramienta digital autodirigida.
- Se concluye que el manual no solo son instrucciones, sino una herramienta con un alto potencial pedagógico. Los expertos consideran que facilita la comprensión de conceptos biológicos complejos, dinamiza las clases y fomenta la motivación e interés de los estudiantes por la investigación, cumpliendo así con objetivos de aprendizaje significativos. Se considera que es un recurso apto, relevante y de alta calidad, que cumple satisfactoriamente con los criterios del diseño instruccional y pedagógico para su implementación como apoyo a la asignatura de Biología mediante el simulador PhET.
- Finalmente, con las recomendaciones dadas por los especialistas, se realizaron ajustes que optimizaron el diseño del contenido del manual digital Estos ajustes no solo mejoran la experiencia del usuario, sino que también reforzaron su utilidad pedagógica. En este sentido, el estudio demuestra que es posible integrar tecnologías digitales libres como PhET con herramientas de diseño accesibles

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

como Canva, para producir materiales de alta calidad directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias bibliográficas

Ajila Gualán, J. C., Velásquez Veas, L. J., Tapia Poveda, A. G., Maxími Zambrano, N. M., Estrada Valarezo, S. N., & Jiménez Jiménez, E. L. (2025). Tecnologías emergentes en la enseñanza de la física: realidad virtual y simulaciones educativas. *South Florida Journal of Development*, *6*(3), e5023. https://doi.org/10.46932/sfjdv6n3-002

Alcívar Quiñónez, H. S. & Lemos Segura, D. K. (2024). Innovación Educativa para la solución de problemas en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje en la Unidad Educativa Fiscal "Eloy Alfaro", ciudad Esmeraldas, Ecuador. *Revista Social Fronteriza*, *4*(3), e43259. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)259

Bagur Pons, S., Rosselló Ramon, M. R., Paz Lourido, B., & Verger, S. (2021). El Enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, *27*(1). https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053

Barradas-Arenas, U., Cocón-Juárez, J., Pérez-Cruz, D., & Vázquez-Aragón, M. del R. (2023). El impacto de los simuladores en el aprendizaje de los sistemas digitales. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 16*(1), 66-76. https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.350

Benavides Gonzalez, W. A., & Anzules Intriago, D. A. (2025). Aplicación de simuladores virtuales en la enseñanza del campo eléctrico a nivel de bachillerato. *South Florida Journal of Development*, *6*(5), e5320. https://doi.org/10.46932/sfjdv6n5-064

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Bonilla Torres, C. A. Gómez Contreras, J. L. & Esteban Ojeda, Y. C. (2023). Estrategias didácticas y pedagógicas, modelos pedagógicos y herramientas tecnológicas en educación superior mediada por TIC. *Sophia*, *19*(1). https://doi.org/10.18634/sophiaj.19v.1i.1173

Cabrera-Nazareno, B. G., Ulloa-Romero, M. N., Calahorrano-Ortiz, R. I., Lino Calle, V. A., & Tóala Figueroa, F. W. (2024). Uso de la simulación Phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, *5*(2), 1971. https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.346

Cola Chiguano, C. V., Codena Cantuña, R. F., Castillo Cruz, E., & Maliza Cruz, W. I. (2024). Google Sites como estrategia didáctica en el aprendizaje del movimiento rectilíneo variado. *ConcienciaDigital*, *7*(3.1), 151-170. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i3.1.3155

Cuenca Benavides, T. I., Acaro Cevallos, A. R., & Tapia Peralta, S. R. (2023). Aplicación de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en biología mediante la simulación: un enfoque innovador para la comprensión de los fenómenos biológicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(3), 1477-1495. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6290

Delgado Pérez, N. Kiauzowa, M. & Escobar Hernández, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID-19. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, *8*(3). https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2641

Espinoza Freire, E. E. & Calva Nagua, D. X. (2020). La ética en las investigaciones educativas. *Revista Universidad y Sociedad*, *12*(4), 333-340. http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-333.pdf

García Sanz, M. P. (2014). La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *17*(1), 87-106. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217030664007

Gopalan, M., Rosinger, K., & Ahn, J. B. (2020). Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges. *Review of Research in Education*, *44*(1), 218-243. http://dx.doi.org/10.3102/0091732X20903302

Halanoca Puma, D. (2024). Aprendizaje Significativo en la educación superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *8*(34), 1714-1726. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i34.828

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Hurtado Espinosa, R. S., Vivanco Ureña, C. I., León Bravo, F. E., Romero Aguilar, M. J., & Reyes Carrión, J. P. (2025). Simuladores en línea: herramientas interactivas para la enseñanza aprendizaje de física. Una revisión bibliográfica. *ASCE*, *4*(1), 21–40. https://doi.org/10.70577/2fsj2k62/ASCE/21.40

Medina González, I. A., Vinueza Beltran, A. M. Castro Adrian, D. M. & Polanco Quimi, B. H. (2025). Transformación Digital en la Educación Ecuatoriana: Impacto de la Tecnología Educativa en la Enseñanza y Aprendizaje. *Revista Social Fronteriza*, *5*(1), e–565. https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)565

Moreira-Chóez, J. S., Beltron-Cedeño, R. A., & Beltrón-Cedeño, V. C. C. (2021). Aprendizaje significativo una alternativa para transformar la educación. *Dominio de las Ciencias*, *7*(2), 915-924. https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1835

Orrego Riofrio, M. C., Aimacaña Pinduisaca, C. J., & Urquizo Cruz, E. P. (2024). Simuladores virtuales en el proceso de aprendizaje de las ciencias experimentales. *Dominio de las Ciencias*, *10*(3), 40-56. https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3916

Perdomo-Astudillo, D. F., & Salazar-Vallejo, L. (2020). *Incidencia del uso de simuladores en el aprendizaje significativo en el área de ciencias naturales y su repercusión en el desarrollo de competencias científicas* [Tesis de maestría, Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia]. https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/f7357816-b61b-43ba-ba8b-e820bb7e5111

Pérez Valverde, D. F., Inca Pilco, J. E., Villacís Tagle, J. A., & Martínez Pérez, O. (2024). Impacto del uso didáctico del laboratorio virtual PhET en la comprensión del tema electricidad en estudiantes de segundo de bachillerato técnico. *ConcienciaDigital*, *7*(4), 29-52. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i4.3165

Piza Burgos, N. D., Amaiquema Marquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*, *15*(70), 455-459. https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1162

Romero-Pleitez, R. A., & Canjura-Hernández, J. A. (2025). Uso de simuladores de realidad virtual para el aprendizaje del ciclo celular: una innovación para la enseñanza de la biología. *Transdigital*, *6*(11), e408. https://doi.org/10.56162/transdigital408

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Silva Acuña, M. Correa Rojas, R. & Mc-Guire Campos, P. (2024). Metodologías Activas con Inteligencia Artificial y su relación con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile. Estado del arte. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (37), e2. https://doi.org/10.24215/18509959.37.e2

Trujillo Yaipén, W. M., Curo Maquén, L. A., Paredes López, L. R., & Carbajal Cornejo, K. (2023). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 25*(2), 459-476. https://doi.org/10.36390/telos252.15

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 3.1 pp. 231 – 249. agosto - septiembre 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones.**

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones.**

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/