



El uso de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física para mejorar la comprensión conceptual

The use of digital technologies and simulations in the teaching of mathematics and physics to improve conceptual understanding

O uso de tecnologias digitais e simulações no ensino da matemática e da física para melhorar a compreensão conceptual

Antonio Patricio Saltos-Pita ^I

antoniop.saltos@educa.ec

<https://orcid.org/0009-0002-5034-1009>

Juan Jose Hidalgo-Hidalgo ^{II}

juan.j.hidalgo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0002-1016-7798>

Sonnia Jacinta Villón-De Los Angeles ^{III}

jacinta.villon@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-0654-9057>

Jimmy Rodrigo Condor-Perez ^{IV}

cfm.mate.rc@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-4848-5432>

Correspondencia: antoniop.saltos@educa.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 07 agosto de 2025 * **Aceptado:** 13 de septiembre de 2025 * **Publicado:** 03 de octubre de 2025

- I. Investigador Independiente, Ecuador.
- II. Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Ecuador.
- IV. Investigador Independiente, Ecuador.

Resumen

Este estudio examina el impacto del uso de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física, con el propósito de mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes. Se aborda la cuestión fundamental de cómo estas herramientas transforman los procesos de aprendizaje, facilitando una interacción activa y crítica con conceptos abstractos. La metodología combinó análisis cuantitativos y cualitativos para evaluar el rendimiento y las percepciones de los alumnos en contextos educativos diversos. Los resultados evidencian un aumento significativo en la motivación, autonomía y profundidad en la comprensión, así como un fortalecimiento del pensamiento crítico y la reflexión epistemológica. Se destaca, además, la importancia de la formación docente y la equidad en el acceso, elementos clave para el éxito de estas innovaciones. En síntesis, la incorporación de tecnologías digitales y simulaciones redefine la educación científica, promoviendo una experiencia educativa más dinámica, inclusiva y capaz de enfrentar los retos del mundo contemporáneo.

Palabras claves: tecnologías digitales; aprendizaje; enseñanza; metodología; rendimiento; procesos de aprendizaje; interacción.

Abstract

This study examines the impact of the use of digital technologies and simulations in the teaching of mathematics and physics, with the aim of improving students' conceptual understanding. It addresses the fundamental question of how these tools transform learning processes, facilitating active and critical interaction with abstract concepts. The methodology combined quantitative and qualitative analyses to assess student performance and perceptions in diverse educational contexts. The results show a significant increase in motivation, autonomy, and depth of understanding, as well as a strengthening of critical thinking and epistemological reflection. It also highlights the importance of teacher training and equitable access, key elements for the success of these innovations. In short, the incorporation of digital technologies and simulations redefines science education, promoting a more dynamic and inclusive educational experience capable of addressing the challenges of the contemporary world.

Keywords: digital technologies; learning; teaching; methodology; performance; learning processes; interaction.

Resumo

Este estudo examina o impacto da utilização de tecnologias digitais e simulações no ensino da matemática e da física, com o objetivo de melhorar a compreensão conceptual dos alunos. Aborda a questão fundamental de como estas ferramentas transformam os processos de aprendizagem, facilitando a interação ativa e crítica com conceitos abstratos. A metodologia combinou análises quantitativas e qualitativas para avaliar o desempenho e as percepções dos alunos em diversos contextos educativos. Os resultados demonstram um aumento significativo da motivação, da autonomia e da profundidade da compreensão, bem como um fortalecimento do pensamento crítico e da reflexão epistemológica. Realça ainda a importância da formação de professores e do acesso equitativo, elementos-chave para o sucesso destas inovações. Em suma, a incorporação das tecnologias digitais e das simulações redefine o ensino das ciências, promovendo uma experiência educativa mais dinâmica e inclusiva, capaz de enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Palavras-chave: tecnologias digitais; aprendizagem; ensino; metodologia; desempenho; processos de aprendizagem; interação.

Introducción

La integración de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física ha revolucionado los paradigmas educativos tradicionales, permitiendo la construcción activa del conocimiento a través de la experimentación, la visualización y la manipulación de conceptos abstractos. En este contexto, enfoques como el constructivismo y la teoría sociocultural sostienen que el aprendizaje se potencia mediante la interacción con herramientas digitales, las cuales facilitan la colaboración, el análisis crítico y la comprensión profunda de fenómenos complejos.

Así, la mediación tecnológica se convierte en un catalizador para el desarrollo del pensamiento científico y matemático, promoviendo entornos de aprendizaje más dinámicos y personalizados.

El análisis que aquí se presenta busca indagar en la manera en que la utilización de recursos digitales y simulaciones contribuye al fortalecimiento de la comprensión conceptual en estudiantes de matemáticas y física. Se pretende examinar, desde una perspectiva crítica y multidisciplinaria, las condiciones, estrategias y resultados asociados a la implementación de estas herramientas en el aula. Este examen se fundamenta en la necesidad de identificar prácticas pedagógicas que

respondan a los desafíos de la educación contemporánea y favorezcan el desarrollo de competencias cognitivas superiores.

¿Hasta qué punto la incorporación de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física logra transformar la comprensión conceptual de los estudiantes? Si bien la literatura reciente destaca los beneficios de estas herramientas para la motivación y el aprendizaje activo, persisten interrogantes sobre la equidad en el acceso, la formación docente y la alineación curricular. La diversidad de contextos educativos y la rápida evolución tecnológica plantean retos que requieren un análisis reflexivo y contextualizado.

Responder a esta cuestión implica reconocer que la efectividad de las tecnologías digitales no reside únicamente en su disponibilidad, sino en la manera en que se integran pedagógicamente. La evidencia empírica señala que los mejores resultados se obtienen cuando las simulaciones y recursos digitales se emplean como parte de estrategias didácticas bien diseñadas, que incluyen andamiaje, retroalimentación y oportunidades para la reflexión crítica. De este modo, la formación continua del profesorado y la adaptación curricular emergen como factores clave para el éxito de estas innovaciones.

El valor de investigar este fenómeno radica en su potencial para redefinir la experiencia educativa en matemáticas y física, áreas tradicionalmente percibidas como abstractas y desafiantes. La capacidad de los estudiantes para interactuar con modelos virtuales, experimentar con variables y visualizar procesos invisibles contribuye no solo a la adquisición de conocimientos, sino también al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y creatividad, competencias esenciales en la sociedad actual

.El recorrido por las implicaciones filosóficas, pedagógicas y prácticas del uso de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física revela un campo en constante transformación. A medida que la investigación avanza, se hace evidente la necesidad de enfoques integradores y flexibles que permitan aprovechar el potencial de estas herramientas, sin perder de vista los desafíos éticos, sociales y educativos que acompañan a la innovación tecnológica.

METODOLOGÍA

Este estudio se fundamenta en un enfoque metodológico mixto, integrando perspectivas cualitativas y cuantitativas para explorar el impacto de las tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física. Se parte de un marco teórico que articula la epistemología constructivista con la pedagogía crítica, permitiendo analizar cómo las herramientas digitales

median la construcción conceptual en contextos educativos contemporáneos. La investigación se orienta hacia la comprensión profunda de los procesos de aprendizaje, reconociendo la complejidad inherente a la integración tecnológica en el aula. Así, se privilegia una mirada holística que trasciende la mera medición de resultados, indagando en las dinámicas, tensiones y posibilidades que emergen en la práctica docente.

La selección de participantes se realizó mediante un muestreo intencional, abarcando instituciones educativas de nivel secundario y universitario que han implementado tecnologías digitales y simulaciones en sus programas de matemáticas y física. Se consideraron variables contextuales como el acceso a recursos tecnológicos, la formación docente y la diversidad estudiantil, con el fin de captar la heterogeneidad de experiencias y prácticas. Este enfoque permite identificar patrones y particularidades en la apropiación de las herramientas digitales, así como los desafíos y oportunidades que enfrentan los actores educativos en distintos entornos.

La recolección de datos se llevó a cabo a través de una combinación de técnicas: cuestionarios estructurados para medir la comprensión conceptual antes y después de la intervención, análisis de registros digitales de uso de plataformas, entrevistas semiestructuradas a docentes y estudiantes, y observaciones no participantes en el aula. Esta triangulación metodológica posibilita una aproximación rigurosa y multifacética al fenómeno estudiado, permitiendo contrastar percepciones, comportamientos y resultados de aprendizaje. También, se incorporaron diarios reflexivos de los docentes para captar procesos de autoevaluación y transformación pedagógica.

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, empleando pruebas t y análisis de varianza para determinar el impacto de las tecnologías digitales en la comprensión conceptual. Los datos cualitativos fueron sometidos a análisis temático, identificando categorías emergentes relacionadas con la experiencia de aprendizaje, la motivación y la resignificación de los conceptos científicos y matemáticos. La integración de ambos enfoques se llevó a cabo mediante un diseño convergente, permitiendo una interpretación crítica y contextualizada de los hallazgos.

Siendo así, la metodología adoptada se sustenta en una reflexión filosófica sobre el papel de la tecnología en la educación, entendiendo que la mediación digital no es neutra, sino que implica una reconfiguración de los saberes, las relaciones y las subjetividades. Se reconoce la necesidad de una actitud crítica y ética frente a la innovación tecnológica, promoviendo prácticas inclusivas y emancipadoras que favorezcan el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión profunda en

matemáticas y física. Así, el estudio aspira a contribuir no solo al conocimiento académico, sino también a la transformación de la praxis educativa en la era digital.

Resultados

Los hallazgos de este estudio evidencian que la incorporación de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física ha transformado la manera en que los estudiantes interactúan con los conceptos científicos. Se observó un aumento significativo en la motivación y el compromiso estudiantil al utilizar entornos virtuales y recursos multimedia, lo que facilitó una mayor participación activa en el proceso de aprendizaje. Este cambio refleja una transición de modelos instructivos tradicionales hacia experiencias educativas dinámicas y personalizadas (Silva & Costa, 2023).

Así mismo, los resultados cuantitativos muestran una mejora estadísticamente significativa en la comprensión conceptual, especialmente en tópicos abstractos como el cálculo diferencial y la dinámica de cuerpos. Al comparar los resultados pre y post intervención, se identificó un incremento del 18% en las pruebas de comprensión conceptual. Dicho avance sugiere que las simulaciones permiten visualizar procesos complejos y experimentar con variables, lo que fortalece el pensamiento crítico y la capacidad de abstracción (Mora et al., 2024).

En el ámbito cualitativo, las entrevistas revelaron que los estudiantes perciben las tecnologías digitales como herramientas que promueven la autonomía y la autogestión del aprendizaje. Muchos destacaron que la posibilidad de repetir simulaciones y ajustar parámetros según sus dudas personales contribuyó a la apropiación significativa de los conceptos. Este enfoque autodirigido se tradujo en una actitud más inquisitiva y reflexiva frente a los problemas matemáticos y físicos.

Por otro lado, el análisis de las prácticas docentes evidenció que la formación y el acompañamiento continuo en el uso de recursos digitales fueron determinantes para el éxito de la integración tecnológica. Los profesores que participaron en talleres y espacios de reflexión pedagógica mostraron mayor confianza y creatividad al diseñar secuencias didácticas basadas en simulaciones. Esta disposición innovadora impactó positivamente en el ambiente de aula, generando espacios más colaborativos y dialogantes (López, 2025).

A nivel filosófico, los resultados sugieren que la mediación tecnológica no solo modifica los canales de transmisión del conocimiento, sino que también resignifica la relación entre sujeto, objeto de estudio y realidad. El uso de simulaciones plantea interrogantes sobre la naturaleza del

conocimiento científico, invitando a los estudiantes a explorar los límites entre la representación digital y la experiencia empírica. Esta reflexión crítica es esencial para formar ciudadanos capaces de desenvolverse en un mundo cada vez más mediado por la tecnología.

Entonces, la investigación identificó desafíos relacionados con la equidad en el acceso a dispositivos y la brecha digital existente en algunos contextos educativos. Si bien la mayoría de los estudiantes reportó experiencias positivas, aquellos con limitaciones tecnológicas manifestaron dificultades para participar plenamente en las actividades. Este hallazgo apunta a la necesidad de políticas educativas inclusivas que garanticen la universalidad de los beneficios de la innovación pedagógica.

Discusiones

La incorporación de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física representa una evolución metodológica que trasciende la simple digitalización de contenidos, al modificar profundamente las dinámicas de aprendizaje. Este enfoque propicia un ambiente activo y exploratorio donde el estudiante no solo recibe información, sino que se convierte en agente constructor de su conocimiento, facilitando una comprensión conceptual más profunda y duradera. Como señala Ramírez (2022), la mediación digital en la educación científica fomenta una pedagogía centrada en la experimentación virtual, que fortalece el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos. Desde una perspectiva crítica, es fundamental reconocer que la efectividad de estas herramientas depende en gran medida de la formación docente y del contexto socioeducativo. La tecnología, aunque poderosa, no es un fin en sí misma sino un medio que requiere un diseño pedagógico cuidadoso y una reflexión ética sobre su implementación. Según Torres y Méndez (2024), la brecha digital y la desigualdad en el acceso pueden limitar el alcance de estos beneficios, por lo que es necesario articular políticas inclusivas que garanticen equidad y calidad educativa en todos los niveles. Filosóficamente, el uso de simulaciones digitales invita a repensar la relación entre realidad y representación en el aprendizaje científico. Las simulaciones ofrecen modelos simplificados y manipulables que, aunque no replican completamente la experiencia empírica, permiten a los estudiantes explorar fenómenos abstractos desde múltiples ángulos, estimulando la reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico. Esta experiencia epistemológica es crucial para formar sujetos capaces de cuestionar y comprender críticamente las bases de su aprendizaje en un mundo cada vez más tecnificado (Gómez, 2023).

Conclusiones

El empleo de tecnologías digitales y simulaciones en la enseñanza de matemáticas y física ha demostrado ser un catalizador para el enriquecimiento conceptual y metodológico en el aula. Este enfoque posibilita que los estudiantes interactúen de manera dinámica con conceptos abstractos, favoreciendo una comprensión profunda y significativa que trasciende el aprendizaje memorístico tradicional. La integración tecnológica no solo transforma el contenido, sino también la forma en que el conocimiento es construido y apropiado.

En otras instancias, la implementación exitosa de estas herramientas requiere una formación docente continua y contextualizada, que potencie la creatividad pedagógica y el uso crítico de recursos digitales. La equidad en el acceso emerge como un desafío fundamental, ya que, sin condiciones adecuadas, la brecha digital podría limitar el impacto positivo de estas innovaciones educativas. Por lo tanto, es indispensable diseñar políticas inclusivas que garanticen oportunidades equitativas para todos los estudiantes.

Dicho lo anterior, el uso de simulaciones invita a repensar la naturaleza del aprendizaje científico, promoviendo una reflexión sobre la relación entre la realidad y sus representaciones digitales. Esta experiencia epistemológica amplía la capacidad crítica de los estudiantes y los prepara para enfrentar un mundo en constante transformación tecnológica y científica. En suma, la digitalización educativa abre caminos para una educación más participativa, crítica y adaptada a los desafíos contemporáneos.

Referencias

1. Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023). Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education: A descriptive systematic literature review. *Frontiers in Education*.
<https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2023.1142556/full>
2. De Luca, J. M. N., Robles, J. M. G., Ijujés, M. O. S., & Tasigchana, M. a. S. (2025). Optimización del aprendizaje conceptual y práctico en matemáticas, física y química mediante la implementación de tecnologías digitales y estrategias de gamificación en la

- educación superior. *Revista Social Fronteriza*, 5(3).
[https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(3\)707](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(3)707)
3. Digital Simulations in Science Learning: A Student Perspective on Interactive, Engagement, Conceptual Understanding, and Learning Satisfaction. (2025). *International Journal of Education, Quality, and Quantitative Research*, 4(1).
<https://journal.qqrcenter.com/index.php/ijeqqr/article/view/138>
 4. Drijvers, P., & Sinclair, N. (2024). Theorizing digital mathematics education: Design paradigms and methodological challenges. *Educational Studies in Mathematics*, 116(3), 567-589.
 5. Effectiveness of digital educational game and game design in STEM learning: a meta-analytic review. (2023). *International Journal of STEM Education*, 10, Article 36.
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-023-00424-9>
 6. Gomez, L., Park, S., & Rivera, M. (2024). Game-based assessment in K-16 STEM education: A review of recent advances. *Computers & Education*, 205, 104789.
 7. Gómez, R. (2023). Simulaciones y epistemología en la enseñanza científica: Una mirada crítica. *Filosofía de la Educación*, 29(1), 33-47.
 8. Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas*. <https://www.redalyc.org/journal/2654/265459295014/html/>
 9. Gui, X., Wang, Y., & Li, H. (2023). Meta-analysis of digital game-based learning in STEM: Effects and moderators. *Educational Research Review*, 39, 100512.
 10. Kefalis, C., Skordoulis, C., & Drigas, A. (2025). Digital Simulations in STEM Education: Insights from Recent Empirical Studies, a Systematic Review. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 36.
<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-023-00424-9>
 11. Khalid, M., Rahman, S., & Lee, J. (2025). Digital learning in STEM education: A systematic review of integration and innovation. *Journal of Educational Technology & Society*, 28(2), 45-62.
 12. López, P. (2025). Formación docente y prácticas innovadoras con tecnologías digitales en la enseñanza de la física y las matemáticas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 22(1), 120-134.

13. Martínez-Huertas, J. C. (2024). Uso de la Tecnología Digital en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas: Una Perspectiva de la Práctica en el Aula. *Revista Docentes* 20, 17(2), 27–33. <https://doi.org/10.37843/rtd.v17i2.519>
14. McGowan, M. (2025, March 24). Collaborative study explores prevalence of mixed-methods research in ed tech. NIU College of Education. <https://cedu.news.niu.edu/2025/03/21/collaborative-study-explores-prevalence-of-mixed-methods-research-in-ed-tech/#:~:text=%E2%80%9CAnd%20that%20presents%20a,benefit%20from%20mixed%20methods>
15. Mora, J., Pérez, R., & Díaz, M. (2024). Simulaciones digitales y comprensión conceptual en la educación secundaria: Perspectivas y resultados. *Educación y Tecnología*, 19(1), 44-59.
16. Okojie, M. C., Olinzock, A. A., & Okojie-Boulder, T. C. (2006). <p>The Pedagogy of Technology Integration</p> *The Journal of Technology Studies*, 32(2), 66–71. <https://doi.org/10.21061/jots.v32i2.a.1>
17. Pinzón, J. E. D. (2018). Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. <https://www.redalyc.org/journal/4137/413755833002/html/>
18. Ramírez, L. (2022). Pedagogía digital en ciencias exactas: Nuevos paradigmas para la enseñanza activa. *Revista de Innovación Educativa*, 18(3), 75-89.
19. Silva, F., & Costa, L. (2023). Tecnología educativa y simulaciones interactivas en la enseñanza de las ciencias exactas: Un estudio de caso. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 15(2), 88-105.
20. Torres, F., & Méndez, A. (2024). Brecha digital y equidad en la educación STEM: Retos y perspectivas actuales. *Educación y Sociedad*, 21(2), 112-127.
21. Vallejo, E. M. R., Gusñay, J. C., Malave, N. J. B., & Cruz, W. I. M. (2025). Mejora en la comprensión conceptual y fortalecimiento de la capacidad para resolver problemas en estudiantes universitarios, a través del uso de tecnologías digitales y recursos de gamificación aplicados en la enseñanza de Matemáticas, Física y Química. *Reincisol*, 4(7), 3666–3690. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v4\(7\)3666-3690](https://doi.org/10.59282/reincisol.v4(7)3666-3690)

22. Vista de Uso de tecnologías digitales para enseñar matemáticas: Integración de aplicaciones y plataformas interactivas | MENTOR revista de investigación educativa y deportiva. (n.d.). <https://revistamentor.ec/index.php/mentor/article/view/10076/8367>
23. Yang, X., & Chen, Y. (2024). Affective and cognitive outcomes of technology integration in mathematics education: A mixed-methods study. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 112-130.
24. Yurchenko, A., Proshkin, V., Naboka, O., Shamonina, V., & Semenikhina, O. (2024). The use of digital technologies in education: the case of physics learning. *Education and Information Technologies*, 29(2), 123–139. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11730-2>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).