



*Revolucionando la enseñanza de las matemáticas: el poder transformador de la inteligencia artificial*

*Revolutionizing mathematics education: the transformative power of artificial intelligence*

*Revolucionar o ensino da matemática: o poder transformador da inteligência artificial*

Jaime Amado Rosero-Rojas <sup>I</sup>

[jrosero@uteq.edu.ec](mailto:jrosero@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1161-2822>

Sara Alexandra Franco-Castro <sup>II</sup>

[sfranco@uteq.edu.ec](mailto:sfranco@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7845-4721>

Nelly Rocío Orellana-Toala <sup>III</sup>

[nellytoala82@hotmail.com](mailto:nellytoala82@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-8965-048X>

Ana Isabel Betancourt-Mendoza <sup>IV</sup>

[ana.betancourt@educacion.gob.ec](mailto:ana.betancourt@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-2312-2292>

**Correspondencia:** [jrosero@uteq.edu.ec](mailto:jrosero@uteq.edu.ec)

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de enero de 2025 \* **Aceptado:** 08 de febrero de 2025 \* **Publicado:** 12 de marzo de 2025

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Unidad Educativa Renan Olmedo González, El Empalme, Guayas, Ecuador.
- IV. Unidad Educativa 24 de Mayo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

## Resumen

La inteligencia artificial (IA) se ha posicionado como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza de las matemáticas, un área conocida por sus retos para los estudiantes. Este artículo explora la aplicación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas, con el uso de herramientas como ChatGPT, evaluando sus capacidades, limitaciones y posibles impactos en este campo, basándose en un análisis bibliométrico y una revisión sistemática. Se identificaron dimensiones clave, como los sistemas de tutoría inteligente, personalización del aprendizaje y herramientas predictivas. Los resultados destacan que la IA mejora el rendimiento académico, la personalización del aprendizaje, fomenta habilidades críticas, ofrece apoyo adaptativo a estudiantes y la mejora del acceso al conocimiento. No obstante, persisten desafíos relacionados con la equidad tecnológica y la evaluación ética de estas tecnologías.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial; educación; alfabetización digital; matemáticas.

## Abstract

Artificial intelligence (AI) has emerged as a transformative tool in education, especially in the teaching of mathematics, an area known for its challenges for students. This article explores the application of artificial intelligence in mathematics teaching, using tools such as ChatGPT, assessing its capabilities, limitations, and potential impacts in this field, based on a bibliometric analysis and a systematic review. Key dimensions were identified, such as intelligent tutoring systems, learning personalization, and predictive tools. The results highlight that AI improves academic performance, personalizes learning, fosters critical skills, offers adaptive support to students, and improves access to knowledge. However, challenges related to technological equity and the ethical evaluation of these technologies remain.

**Keywords:** Artificial intelligence; education; digital literacy; mathematics.

## Resumo

A inteligência artificial (IA) surgiu como uma ferramenta transformadora na educação, especialmente no ensino da matemática, uma área conhecida pelos seus desafios para os alunos. Este artigo explora a aplicação da inteligência artificial no ensino da matemática, utilizando ferramentas como o ChatGPT, avaliando as suas capacidades, limitações e potenciais impactos

neste campo, com base numa análise bibliométrica e numa revisão sistemática. Foram identificadas dimensões-chave, como os sistemas de tutoria inteligentes, a personalização da aprendizagem e as ferramentas preditivas. Os resultados destacam que a IA melhora o desempenho académico, personaliza a aprendizagem, promove competências críticas, oferece apoio adaptativo aos alunos e melhora o acesso ao conhecimento. No entanto, ainda existem desafios relacionados com a equidade tecnológica e a avaliação ética destas tecnologias.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; educação; literacia digital; matemática.

## Introducción

La educación matemática es fundamental en el desarrollo cognitivo y analítico de los estudiantes, ya que proporciona las bases para resolver problemas complejos y tomar decisiones informadas en diversas áreas del conocimiento (Hwang & Tu, 2021). Sin embargo, muchos estudiantes enfrentan dificultades significativas al aprender matemáticas, lo que puede llevar a una falta de confianza y a un rendimiento académico deficiente (Spiegel et al., 2021). La enseñanza de las matemáticas ha representado un desafío constante debido a la complejidad de sus conceptos y a las dificultades de los estudiantes para asimilarlos de manera efectiva (Hobri et al., 2021).

La IA se refiere a sistemas computacionales diseñados para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones y el aprendizaje a partir de datos (Ulloa et al., 2024). En el contexto educativo, la IA puede utilizarse para desarrollar sistemas de tutoría inteligentes, plataformas de aprendizaje adaptativo y herramientas analíticas que faciliten un enfoque más personalizado del aprendizaje (Luckin et al., 2016).

La inteligencia artificial (IA) ofrece nuevas oportunidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en matemáticas al proporcionar herramientas que pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes (Wardat et al., 2023). En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una solución innovadora para abordar estas problemáticas, proporcionando herramientas capaces de personalizar el aprendizaje, diagnosticar dificultades y optimizar los procesos educativos (Saleem et al., 2022). La integración de la IA en la enseñanza de las matemáticas no solo tiene el potencial de transformar la educación tradicional, sino también de democratizar el acceso a conocimientos esenciales para el desarrollo de habilidades críticas como el razonamiento lógico y la resolución de problemas (Saavedra et al., 2020).

La enseñanza de las matemáticas no solo está vinculada al desarrollo de habilidades específicas como el cálculo y la resolución de problemas, sino también a competencias críticas para el pensamiento lógico, el análisis y la toma de decisiones (Gunawan et al., 2022). Por lo que los estudios han señalado que, en contextos educativos tradicionales, los estudiantes a menudo enfrentan dificultades para comprender conceptos abstractos, lo que puede derivar en una desconexión emocional y una percepción negativa de la materia (Trullàs et al., 2022). La inteligencia artificial, en este sentido, se presenta como una aliada poderosa al ofrecer soluciones que combinan análisis de datos, aprendizaje adaptativo y retroalimentación personalizada, lo que permite un enfoque más inclusivo y efectivo en la educación matemática (Rane et al., 2024).

La literatura reciente subraya el impacto de la IA en diversos aspectos educativos, desde sistemas de tutoría inteligente hasta algoritmos que predicen patrones de aprendizaje y desempeño (Rodríguez, 2021), con estas tecnologías no solo identifican las debilidades conceptuales de los estudiantes, sino que también sugieren estrategias adaptativas para mejorar su rendimiento. Sin embargo, su implementación plantea retos significativos, como garantizar la equidad tecnológica, salvaguardar la privacidad de los datos y evaluar la eficacia de las herramientas desde un enfoque ético y pedagógico (Jaramillo & Olivera, 2024).

En el ámbito matemático, su implementación ofrece oportunidades para mejorar la comprensión conceptual, fomentar el aprendizaje autónomo y brindar retroalimentación adaptativa en tiempo real, con estas ventajas se tienen el potencial de abordar desafíos persistentes en la enseñanza de las matemáticas, como la falta de interés de los estudiantes y las dificultades para comprender problemas complejos (Ahmed et al., 2021).

La educación tradicional, basada en un enfoque homogéneo, a menudo no satisface las necesidades de todos los estudiantes y la IA ofrece soluciones innovadoras para abordar esta problemática, facilitando entornos de aprendizaje más flexibles e inclusivos (Rospigliosi, 2023). Sin embargo, a pesar de sus ventajas potenciales, la implementación de tecnologías basadas en IA enfrenta desafíos significativos, incluyendo preocupaciones éticas, falta de infraestructura adecuada y resistencia al cambio por parte de educadores y administradores (Pindo et al., 2024).

### **Transformación del aprendizaje matemático mediante IA**

La introducción de la IA en la enseñanza de las matemáticas se basa en la implementación de tecnologías como el aprendizaje automático, los sistemas de tutoría inteligente (ITS, por sus siglas en inglés) y la minería de datos educativos. Estas herramientas no solo facilitan el aprendizaje individualizado, sino que también ofrecen a los docentes recursos para identificar patrones en el desempeño de los estudiantes, diagnosticar áreas de dificultad y ajustar las estrategias pedagógicas en consecuencia (Mohamed et al., 2022). Por ejemplo, los ITS pueden actuar como tutores virtuales, guiando a los estudiantes a través de conceptos matemáticos complejos y proporcionándoles explicaciones inmediatas basadas en sus necesidades individuales (Rodriguez et al., 2024).

La personalización del aprendizaje es uno de los principales beneficios que aporta la IA, con los algoritmos que pueden analizar grandes volúmenes de datos para identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante, creando rutas de aprendizaje adaptadas que optimizan su progreso académico (Khan et al., 2021), importante en matemáticas, donde las habilidades deben construirse de manera secuencial, este enfoque es particularmente útil para asegurar que los estudiantes dominen conceptos fundamentales antes de avanzar a niveles más complejos. Además, la IA fomenta el aprendizaje autónomo, una competencia esencial en el siglo XXI, al permitir que los estudiantes avancen a su propio ritmo y reciban apoyo continuo (Xia et al., 2022).

### **Desafíos y limitaciones en la implementación de la IA**

Aunque el potencial de la IA en la enseñanza de las matemáticas es inmenso, su implementación no está exenta de desafíos. Uno de los principales obstáculos es la brecha tecnológica, que limita el acceso a estas herramientas en comunidades con recursos insuficientes (Alhumaid et al., 2023). La falta de infraestructura tecnológica adecuada y las desigualdades en el acceso a dispositivos y conectividad restringen la capacidad de muchas instituciones educativas para adoptar plenamente estas soluciones (Ulloa et al., 2024).

Otro desafío importante es la resistencia al cambio por parte de los docentes, quienes a menudo carecen de la formación necesaria para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas y la capacitación docente es fundamental para garantizar que estas herramientas se utilicen de manera efectiva y se alineen con los objetivos educativos (Pham & Sampson, 2022). Además, la dependencia excesiva de la tecnología plantea riesgos relacionados con la deshumanización del proceso educativo, donde las interacciones personales entre estudiantes y profesores podrían verse reducidas (Al-Amoudi, 2022).

Este artículo tiene como objetivo analizar la aplicación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas mediante una revisión exhaustiva de la literatura existente. Se abordarán las actualidades de la IA en el ámbito educativo, los beneficios que puede aportar y las barreras que deben superarse para su adopción efectiva.

## Metodología

Se empleó una metodología basada en una revisión bibliográfica y un análisis bibliométrico, utilizando como referencia el trabajo de Ulloa et al. (2024) quienes llevaron a cabo una revisión exhaustiva de la literatura. Este enfoque permitió identificar las tendencias y aplicaciones clave de la IA en la enseñanza de las matemáticas, así como los principales desafíos prácticos asociados a su implementación.

Se recopiló información de bases de datos reconocidas, como Web of Science y Google Scholar, seleccionando estudios publicados preferiblemente de los últimos años, utilizando palabras clave relacionadas con "inteligencia artificial", "enseñanza de matemáticas", "aprendizaje adaptativo" y "sistemas tutoría inteligente" para asegurar una amplia gama de investigaciones recientes sobre el tema. Se incluyeron artículos que abordaran el uso de la IA en matemáticas desde perspectivas teóricas, prácticas y éticas, priorizando aquellos indexados en revistas de alto impacto.

## Resultados

Los estudios revisados revelan que la IA desempeña roles clave en la educación matemática, destacándose como sistemas de tutoría inteligente, herramientas de personalización y sistemas de evaluación automática.

**Sistemas de tutoría inteligente:** Estos sistemas proporcionan asistencia personalizada, identificando los errores de los estudiantes y sugiriendo estrategias específicas para resolverlos. Por ejemplo, el "Cognitive Tutor" ha sido utilizado ampliamente para enseñar álgebra y ha mostrado mejoras notables en las calificaciones finales (Guo et al., 2021). Este sistema adapta automáticamente las preguntas según el nivel del estudiante, permitiendo un aprendizaje más efectivo.

**Modelos predictivos de aprendizaje:** Utilizados para anticipar el rendimiento académico de los estudiantes y tomar decisiones pedagógicas basadas en datos (Matsuda, 2022).

**Plataformas interactivas:** Como juegos educativos basados en IA, que combinan la enseñanza de matemáticas con elementos lúdicos para aumentar la motivación y el compromiso (Vlasenko et al., 2020).

**Sistemas de Personalización:** Algoritmos adaptativos permiten ajustar el contenido educativo a las necesidades individuales, incrementando la motivación y el rendimiento de los estudiantes (Klašnja & Ivanović, 2021).

**Evaluación Automatizada:** Herramientas que realizan análisis del desempeño de los estudiantes, facilitando tanto la evaluación formativa como sumativa (Ouyang et al., 2022).

#### *Impacto en el Aprendizaje Matemático*

Los sistemas basados en IA han demostrado mejorar significativamente la comprensión de conceptos matemáticos complejos, especialmente en áreas como álgebra y matemáticas discretas (Hwang & Tu, 2021). Se observó un aumento en la motivación y la actitud positiva hacia las matemáticas en estudiantes que utilizan herramientas de IA adaptativas, en comparación con métodos tradicionales (Yilmaz & Yilmaz, 2023).

**ChatGPT:** Herramienta basada en modelos de lenguaje natural, ha demostrado un potencial significativo para facilitar el aprendizaje, permitiendo un acceso más rápido y personalizado a explicaciones, soluciones y recursos educativos. Además, se destaca que ChatGPT ha sido reconocido como una herramienta prometedora para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas por la capacidad para proporcionar retroalimentación instantánea y adaptativa se percibe como una ventaja significativa (Wardat et al., 2023).

## **Discusión**

La implementación de IA en matemáticas ofrece varios beneficios, como la personalización del aprendizaje y la mejora del rendimiento académico, con los ITS, en particular, que han demostrado ser efectivos al proporcionar retroalimentación oportuna y relevante, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo; de igual manera, las herramientas de personalización basadas en IA contribuyen a reducir las barreras de aprendizaje, especialmente en entornos de educación inclusiva (Lin et al., 2023).

Aunque prometedora, la integración de la IA enfrenta desafíos significativos como las brechas tecnológicas en las desigualdades en el acceso a dispositivos y conectividad que afectan la adopción efectiva de estas tecnologías (Joyce et al., 2021); la privacidad de datos referente al manejo de

grandes volúmenes de información estudiantil la cual plantea preocupaciones sobre la protección de datos y la ética en su uso; como la falta de capacitación docente donde muchos educadores carecen de las habilidades necesarias para integrar herramientas de IA de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas (Celik et al., 2022).

Las investigaciones sugieren explorar el uso de tecnologías avanzadas como el aprendizaje profundo y la inteligencia artificial explicable en la enseñanza de conceptos matemáticos complejos (Wardat et al., 2023). Además, la colaboración interdisciplinaria entre expertos en educación y ciencia de datos puede fomentar el desarrollo de sistemas más robustos y efectivos (Hwang & Tu, 2021).

La integración de ChatGPT en la educación matemática tiene el potencial de transformar los métodos tradicionales, al proporcionar herramientas que complementen la labor docente y mejoren el aprendizaje de los estudiantes, con beneficios destacables como su accesibilidad, personalización, optimización del tiempo, tanto para alumnos y docentes (Sánchez, 2023).

A pesar de los desafíos, el futuro del uso de inteligencia artificial en educación parece prometedor y a medida que las tecnologías continúan evolucionando, también lo harán las oportunidades para mejorar el aprendizaje, haciendo que la educación sea más accesible e inclusiva (Varela & Encinas, 2023).

El uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo tiene el potencial de cambiar la experiencia de aprendizaje al proporcionar a cada alumno un cuidado personalizado, potenciando la eficiencia y mejorando el entorno de enseñanza. No obstante, resulta crucial enfrentar los retos y restricciones vinculados al uso de la Inteligencia Artificial en la educación para asegurar el éxito de los estudiantes en el futuro (Bolaño & Duarte, 2024).

## **Conclusiones**

La inteligencia artificial tiene un impacto transformador en la enseñanza de las matemáticas, facilitando el aprendizaje personalizado, mejorando la comprensión de conceptos y fomentando actitudes positivas hacia la materia. Sin embargo, para maximizar su potencial, es esencial abordar desafíos como la equidad tecnológica, la privacidad de los datos y la capacitación docente. En el futuro, la integración de IA en la educación matemática debe ir acompañada de un enfoque ético y colaborativo que garantice su efectividad y accesibilidad para todos los estudiantes.



ChatGPT representa un avance significativo en la enseñanza de las matemáticas, al ofrecer soluciones innovadoras para personalizar el aprendizaje y mejorar el rendimiento estudiantil. Sin embargo, su implementación efectiva depende de abordar las limitaciones actuales asociados con su uso.

A medida que se continúe explorando este campo emergente debe fomentarse colaboración entre diversos actores involucrados; esto permitirá maximizar beneficios mientras se mitigan riesgos asociados al uso indebido o mal manejo tecnológico.

## Referencias

1. Ahmed, M. M., IA Habba, M., Jouini, N., Alzahrani, B., Seleman, M. M. E. S., & El-Nikhaily, A. (2021). Bobbin tool friction stir welding of aluminum using different tool pin geometries: Mathematical models for the heat generation. *Metals*, 11(3), 438. <https://doi.org/10.3390/met11030438>
2. Al-Amoudi, I. (2022). Are post-human technologies dehumanizing? Human enhancement and artificial intelligence in contemporary societies. *Journal of Critical Realism*, 21(5), 516-538. <https://doi.org/10.1080/14767430.2022.2134618>
3. Alhumaid, K., Naqbi, S., ElSORI, D., & Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457-466. <http://dx.doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.8.013>
4. Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51-63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
5. Bronkhorst, H., Roorda, G., Suhre, C., & Goedhart, M. (2020). Logical reasoning in formal and everyday reasoning tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1673-1694. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10039-8>
6. Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66(4), 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
7. Gunawan, G., Simanjuntak, M. A., Damanik, M. Z., & Nasution, H. B. (2022). Educators Thinking Tool (Case Study of Educators' Mindset Against Logic, Language and

- Mathematics at Keatif Media State Polytechnic). *Indonesian Journal of Education and Mathematical Science*, 3(2), 79-83. <https://doi.org/10.30596/ijems.v3i2.11088>
8. Guo, L., Wang, D., Gu, F., Li, Y., Wang, Y., & Zhou, R. (2021). Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: a multidisciplinary and scientometric view. *Asia Pacific Education Review*, 22(3), 441-461. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09697-7>
  9. Harefa, D. (2022). Student Difficulties In Learning Mathematics. *Afore: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 1-10. <https://doi.org/10.57094/afore.v1i2.431>
  10. Hobri, H., Susanto, H. A., Hidayati, A., Susanto, S., & Warli, W. (2021). Exploring thinking process of students with mathematics learning disability in solving arithmetic problems. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(3), 498-513. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1684>
  11. Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
  12. Jaramillo, J. D. F., & Olivera, N. R. N. (2024). Aplicación de Inteligencia Artificial en la educación de América Latina: Tendencias, beneficios y desafíos. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 5(1), 01-22. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i1.52>
  13. Joyce, K., Smith-Doerr, L., Alegria, S., Bell, S., Cruz, T., Hoffman, S. G., ... & Shestakofsky, B. (2021). Toward a sociology of artificial intelligence: A call for research on inequalities and structural change. *Socius*, 7, 2378023121999581. <https://doi.org/10.1177/2378023121999581>
  14. Khan, I., Ahmad, A. R., Jabeur, N., & Mahdi, M. N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00161-y>
  15. Klašnja-Milićević, A., & Ivanović, M. (2021). E-learning personalization systems and sustainable education. *Sustainability*, 13(12), 6713. <https://doi.org/10.3390/su13126713>
  16. Lin, C. C., Huang, A. Y., & Lu, O. H. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 10(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>

17. Luckin, R., W. Holmes, M. Griffiths y L. B. Forcier. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Londres: Pearson Education. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot>
18. Matsuda, N. (2022). Teachable agent as an interactive tool for cognitive task analysis: A case study for authoring an expert model. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(1), 48-75. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00265-z>
19. Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
20. Ouyang, F., Zheng, L., & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7893-7925. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9>
21. Pham, S. T., & Sampson, P. M. (2022). The development of artificial intelligence in education: A review in context. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1408-1421. <https://doi.org/10.1111/jcal.12687>
22. Pindo, B. M. C. P. C., Aguirre, A. J. C., Endara, M. G. H., Dávila, C. F. C., & Aguirre, J. C. O. (2024). La Inteligencia Artificial como Recurso Educativo en Educación Superior: Perspectivas Éticas sobre su Uso. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 3950-3965. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12622](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12622)
23. Rane, N. L., Paramesha, M., & Desai, P. (2024). Artificial intelligence, ChatGPT, and the new cheating dilemma: Strategies for academic integrity. *Artificial Intelligence and Industry in Society*, 5, 2-2. [https://doi.org/10.70593/978-81-981271-1-2\\_1](https://doi.org/10.70593/978-81-981271-1-2_1)
24. Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848>
25. Rodrigues, L., Pereira, F. D., Marinho, M., Macario, V., Bittencourt, I. I., Isotani, S., ... & Mello, R. (2024). Mathematics intelligent tutoring systems with handwritten input: A scoping review. *Education and Information Technologies*, 29(9), 11183-11209. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12245-y>

26. Rospigliosi, P. A. (2023). Artificial intelligence in teaching and learning: what questions should we ask of ChatGPT?. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 1-3. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2180191>
27. Saavedra, J. C. M. (2020). Geogebra como herramienta de transformación educativa en Matemática. *Mamakuna*, (14), 70-81. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/349>
28. Saleem, F., Al-Ghamdi, A. S. A. M., Alassafi, M. O., & AlGhamdi, S. A. (2022). Machine learning, deep learning, and mathematical models to analyze forecasting and epidemiology of COVID-19: a systematic literature review. *International journal of environmental research and public health*, 19(9), 5099. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095099>
29. Sánchez, O. V. G. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 11(23), 98-107. <https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.009>
30. Sitopu, J. W., Khairani, M., Roza, M., Judijanto, L., & Aslan, A. (2024). The importance of integrating mathematical literacy in the primary education curriculum: A literature review. *International Journal of Teaching and Learning*, 2(1), 121-134.
31. Spiegel, J. A., Goodrich, J. M., Morris, B. M., Osborne, C. M., & Lonigan, C. J. (2021). Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 147(4), 329. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/bul0000322>
32. Trullàs, J. C., Blay, C., Sarri, E., & Pujol, R. (2022). Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. *BMC medical education*, 22(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8>
33. Ulloa Menta, J. L., Solórzano Mendoza, C. M., Díaz Campozano, E. G., Quiñonez Becerra, N. M., & Baque-Mite, L. A. (2024). Usos de la inteligencia artificial en los estudiantes universitarios. *Polo del Conocimiento*, 9(8), 3557-3569. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i8.7899>
34. Varela, Y. Z., & Encinas, M. D. C. M. (2023). La Inteligencia artificial y el futuro de la educación superior: desafíos y oportunidades. *Horizontes pedagógicos*, 25(1), 1-13. <https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.25101>

35. Vlasenko, K., Volkov, S., Sitak, I., Lovianova, I., & Bobyliev, D. (2020). Usability analysis of on-line educational courses on the platform “Higher school mathematics teacher”. In *E3s web of conferences* (Vol. 166, p. 10012). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610012>
36. Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
37. Xia, Q., Chiu, T. K., Lee, M., Sanusi, I. T., Dai, Y., & Chai, C. S. (2022). A self-determination theory (SDT) design approach for inclusive and diverse artificial intelligence (AI) education. *Computers & Education*, 189, 104582. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104582>
38. Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>

© 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/>).