

La robótica educativa: la inteligencia artificial avances y desafíos

Cindy Esquivel

Universidad de Panamá. Instituto Centroamericano de Administración y Supervisión de la Educación.
Panamá

cindy.esquivel@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0001-7955-9728>

Ángel Ávila

Universidad de Panamá Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación. área de Informática Aplicada, Sistemas Virtuales y Multimedia.

Panamá

angel.avila@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-2142-7850>

Eliecer Espinosa

Universidad de Panamá. Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación. área de Informática Aplicada, Sistemas Virtuales y Multimedia

Panamá

eliecerespinosa08@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6367-8674>

Fecha de entrega: 15 de junio de 2025.

Fecha de aprobación: 28 de octubre de 2025.

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.are.n51.a8863>

Resumen

La robótica educativa, potenciada por la inteligencia artificial (IA), representa una transformación significativa en los entornos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas STEM. Este estudio tiene como objetivo analizar, mediante una revisión sistemática, los avances, aplicaciones y desafíos de la robótica educativa integrada con IA, identificando tendencias pedagógicas, brechas investigativas y enfoques emergentes entre 2020 y 2025. Se aplicó el protocolo PRISMA, complementado con elementos de la Teoría Fundamentada, para garantizar rigor metodológico y profundidad interpretativa. La búsqueda se realizó en bases de datos académicas como Scopus, ScienceDirect, ERIC, SciELO, Redalyc y KM&EL, utilizando descriptores

normalizados y operadores booleanos. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 14 artículos científicos revisados por pares. Los resultados evidencian que la robótica educativa con IA mejora la motivación estudiantil, el aprendizaje activo y la retención de conceptos científicos hasta en un 30 %. Robots han demostrado eficacia en contextos de educación especial, favoreciendo habilidades socioemocionales. Sin embargo, el 43 % de los estudios carecen de fundamentos pedagógicos sólidos, y un 40 % de las instituciones enfrentan barreras tecnológicas que limitan la equidad en el acceso. Se concluye que la robótica educativa con IA tiene un alto potencial transformador, siempre que se articule con metodologías activas, formación docente continua y políticas públicas inclusivas. Esta revisión contribuye a una comprensión crítica del campo, promoviendo el diseño de experiencias de aprendizaje más personalizadas, éticas y sostenibles.

Palabras clave: Aprendizaje asistido por ordenador, ciencias cognitivas, enseñanza informatizada, informática educativa, cibernética, tecnología educativa.

Educational robotics: artificial intelligence advances and challenges

Abstract

Educational robotics, powered by artificial intelligence (AI), represents a significant transformation in teaching and learning environments, especially in STEM areas. This study aims to analyze, through a systematic review, the advances, applications, and challenges of educational robotics integrated with AI, identifying pedagogical trends, research gaps, and emerging approaches between 2020 and 2025. The PRISMA protocol was applied, complemented by elements of Grounded Theory, to ensure methodological rigor and interpretive depth. The search was conducted in academic databases such as Scopus, ScienceDirect, ERIC, SciELO, Redalyc, and KM&EL, using standardized descriptors and Boolean operators. After applying inclusion and exclusion criteria, 14 peer-reviewed scientific articles were selected. The results show that educational robotics with AI improves student motivation, active learning, and retention of scientific concepts by up to 30%. Robots have proven effective in special education contexts, promoting social-emotional skills. However, 43% of the studies lack solid pedagogical foundations, and 40% of institutions face technological barriers that limit equity in access. It is concluded that educational robotics with AI has high transformative potential, provided that it is articulated with active methodologies, continuous teacher training, and

inclusive public policies. This review contributes to a critical understanding of the field, promoting the design of more personalized, ethical, and sustainable learning experiences.

Keywords: Computer-assisted learning, cognitive science, computerized teaching, educational computing, cybernetics, educational technology.

Introducción

La robotica educativa es un área de la educación que utiliza robots y kits robóticos como herramientas de enseñanza y aprendizaje para promover habilidades cognitivas, motrices y sociales en estudiantes. No solo se enfoca en el manejo de la tecnología, sino también en el desarrollo de competencias como el pensamiento lógico, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo (García, 2015; Quiroga et al., 2020), la misma permite aprender conceptos abstractos de ciencias y matemáticas mediante la construcción, programación y experimentación con robots.(Benitti, 2012).

La robótica educativa, en sinergia con la inteligencia artificial (IA), ha emergido como una de las transformaciones más significativas en el ámbito pedagógico contemporáneo. Esta disciplina se define como el uso de dispositivos robóticos y sistemas inteligentes con fines didácticos, orientados a fomentar el aprendizaje activo, el pensamiento computacional y el desarrollo de competencias transversales en estudiantes de todas las edades. A diferencia de enfoques tradicionales, la robótica educativa no solo transmite contenidos, sino que crea entornos de aprendizaje experiencial donde el alumno se convierte en constructor de conocimiento.(Del Álamo Venegas et al., 2021)

Sus raíces se remontan a los primeros experimentos con robots programables en entornos escolares, donde se buscaba estimular la lógica y la resolución de problemas. Con el paso del tiempo, la evolución tecnológica permitió incorporar sensores, algoritmos adaptativos y capacidades de interacción social, dando lugar a robots cada vez más autónomos y personalizados. Paralelamente, la IA ha potenciado estos sistemas con funciones como el reconocimiento de emociones, la adaptación al estilo de aprendizaje del estudiante y la retroalimentación en tiempo real.

El aprendizaje activo en robótica requiere decisiones que integren análisis y acción, destacando la necesidad de sistemas de control eficientes y flexibles para entornos de aprendizaje físico y abstracto(Taylor et al., 2021)

Durante la última década, la integración de la IA en la robótica educativa ha permitido el desarrollo de sistemas más adaptativos y personalizados. Estos avances han facilitado la creación de robots capaces de interactuar de manera más efectiva con los estudiantes, adaptándose a sus necesidades individuales y estilos de aprendizaje.(Chu et al., 2022; Pais Ureche y Billard, 2015)

A pesar de sus beneficios, el despliegue de la robótica educativa enfrenta retos importantes. Entre ellos destacan la falta de formación docente especializada, la escasa infraestructura tecnológica en instituciones públicas, y las preocupaciones éticas sobre la privacidad, la dependencia tecnológica y la equidad en el acceso(Aguilar Serrano, 2025). Asimismo, muchas iniciativas carecen de fundamentos pedagógicos sólidos, lo que limita su efectividad y sostenibilidad.(Aguilar Serrano, 2025; Bernate y Vargas Guativa, 2020; Waldman Mitnick, 2015)

El futuro de la robótica educativa se proyecta hacia una mayor personalización, inclusividad y escalabilidad. Se espera que los avances en IA generativa, aprendizaje profundo y neurotecnología permitan diseñar robots capaces de comprender mejor el contexto emocional y cognitivo del estudiante. Además, se vislumbra una integración más estrecha con sistemas de gestión del conocimiento, análisis de datos educativos y plataformas de aprendizaje adaptativo. Todo ello apunta a una educación más centrada en el estudiante, más flexible y conectada con los desafíos del siglo XXI. (Quiroga et al., 2020)

Esta revisión sistemática busca examinar las herramientas más innovadoras en robótica educativa potenciadas por la IA, identificar los principales avances registrados en la literatura reciente, y reflexionar sobre los desafíos que aún persisten para su implementación efectiva en contextos educativos diversos. De esta forma, se contribuye a un entendimiento crítico sobre el papel transformador de la IA en la robótica educativa, desde una mirada fundamentada en la evidencia científica y académica.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de literatura científica sobre robótica educativa e inteligencia artificial aplicada a la educación, con énfasis en avances y desafíos. Este enfoque permite identificar, evaluar y sintetizar evidencia relevante de manera estructurada y transparente.

Para la realización de la revisión sistemática se adoptó el protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), el cual garantiza un proceso riguroso y transparente mediante las etapas de identificación, selección, elegibilidad y análisis de los estudios (Yepes-Núñez et al., 2021). Includidos Complementariamente, se incorporaron elementos de la Teoría Fundamentada como enfoque analítico, lo que permitió interpretar los hallazgos desde una perspectiva cualitativa. Este enfoque facilita la generación de teorías emergentes a partir de los datos mismos, sin imponer marcos teóricos previos (Glaser y Strauss, 1967)

La convergencia entre el protocolo PRISMA y la Teoría Fundamentada ofrece un marco metodológico híbrido que combina la sistematicidad en la selección de la muestra con la flexibilidad interpretativa propia del análisis cualitativo. Esta integración permite no solo sintetizar la evidencia existente, sino también construir nuevas comprensiones teóricas sobre el fenómeno estudiado.

Se realizaron búsquedas en bases de datos académicas y científicas, gestores de búsqueda y en plataforma para compartir investigación académica y conectar con otros investigadores: Scopus, ScienceDirect, Redalyc, Scielo y ERIC. La primera búsqueda se llevó a cabo en mayo de 2025, utilizando los descriptores normalizados DeCS/MeSH Finder y operadores booleanos. Se utilizaron los siguientes términos clave: "robótica educativa" OR "robots educativos" AND "inteligencia artificial" OR "IA" AND "STEM" AND "enseñanza" OR "aprendizaje" AND "educación básica" OR "educación superior" AND "Latinoamérica".

Criterios de inclusión

- Publicaciones entre 2020 y 2025.
- Artículos revisados por pares y publicados en revistas científicas o académicas.
- Estudios enfocados en robótica educativa vinculada con inteligencia artificial en contextos de aprendizaje o docencia.
- Estudios con aplicación en niveles de educación básica, media o superior.
- Artículos en español, inglés
- Estudios realizados en contextos latinoamericanos o que incluyan muestras o análisis de estos países.

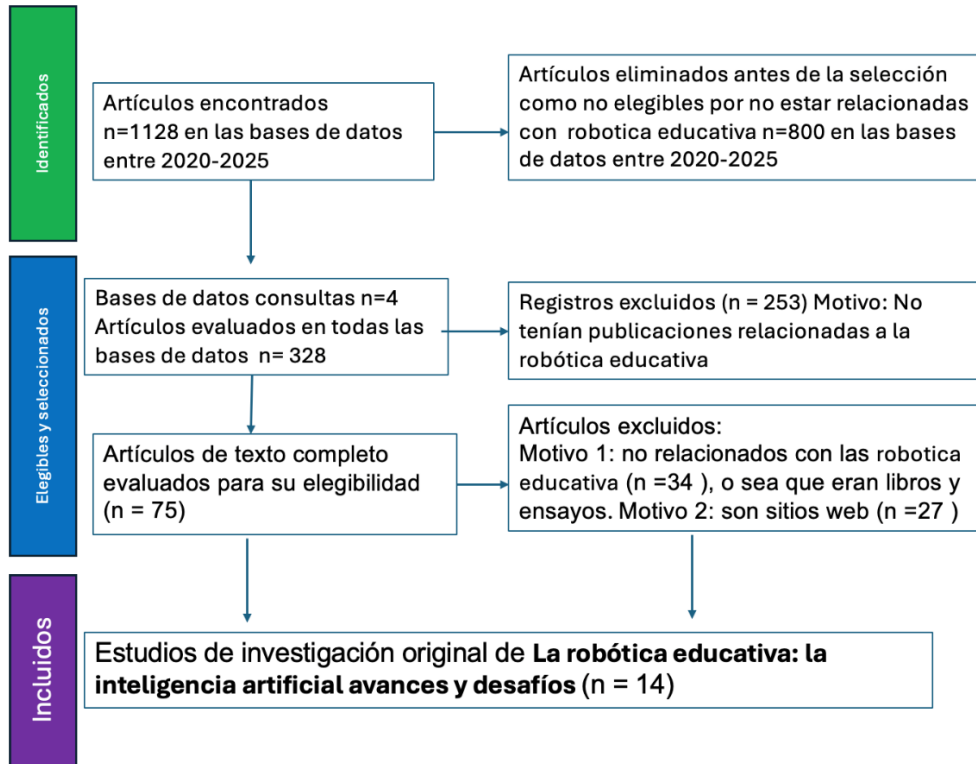
Criterios de exclusión

- Publicaciones anteriores a 2019.
- Publicaciones que carecen de evaluación por parte de especialistas, como blogs, trabajos de tesis sin validación por comité académico o informes no sometidos a revisión por pares.
- Estudios enfocados únicamente en aplicaciones de robótica industrial o procesos de automatización que no se vinculan al contexto educativo.
- Estudios duplicados en varias bases de datos o sin acceso al texto completo.
- Estudios que no se enmarquen dentro de metodologías rigurosas tipo PRISMA o que no aborden aspectos pedagógicos.
- Libros, artículos tipo ensayo

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 14 artículos científicos que fueron analizados en profundidad para la elaboración de esta revisión sistemática.

Figura 1

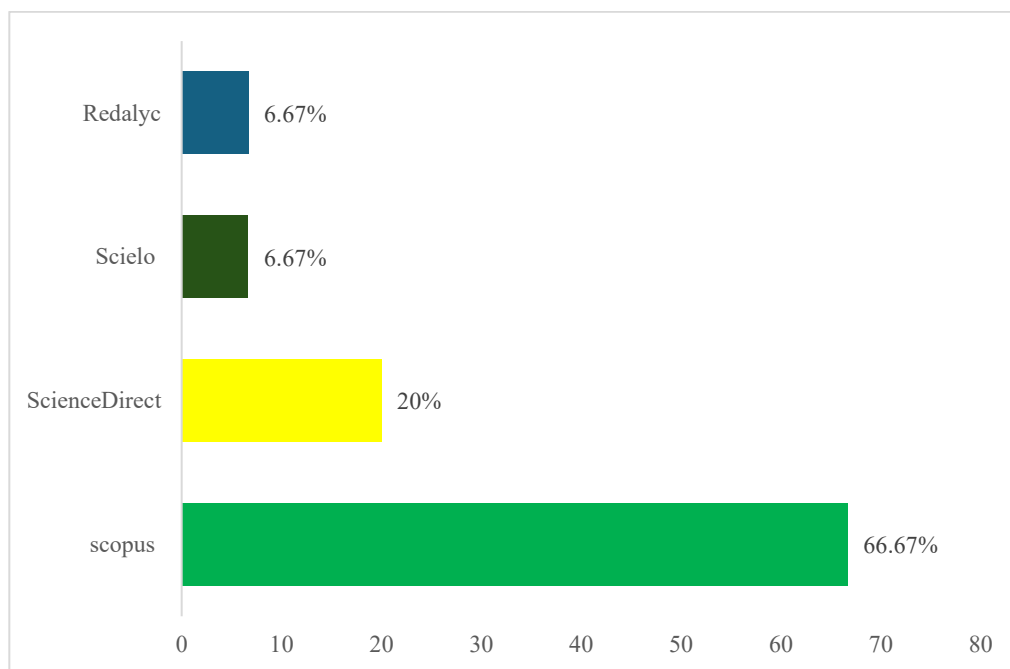
Proceso de selección de artículos de investigación original de la robótica educativa: la inteligencia artificial avances y desafíos 2020 – 2025.



A continuación, se muestra las bases de datos y el porcentaje de los artículos incluidos. Ver Figura 2.

Figura 2

Artículos de investigación original sobre la robótica educativa: la inteligencia artificial avances y desafío por bases de datos 2020 – 2025.



La distribución de los artículos científicos analizados muestra una clara concentración en la base de datos Scopus, que reúne el 66.7 % del total. Esta predominancia confirma su papel como fuente principal en investigaciones sobre robótica educativa e inteligencia artificial, consolidando su relevancia en el ámbito académico global. Aunque con menor representación, ScienceDirect aporta el 20 % de los estudios, muchos de los cuales abordan temas clave como la motivación estudiantil y el desarrollo de competencias STEM, lo que evidencia su valor complementario en áreas pedagógicas emergentes.

En contraste, SciELO y Redalyc apenas figuran con un artículo cada una, lo que pone en evidencia la baja visibilidad de la producción científica latinoamericana en este campo. Esta disparidad sugiere una brecha preocupante en la indexación regional y plantea el reto de fortalecer las publicaciones en bases locales. Promover una mayor inclusión académica y

visibilizar investigaciones contextualizadas resulta esencial para impulsar el desarrollo de tecnologías educativas que respondan a las realidades y necesidades de América Latina.

A continuación, se presenta la tabla con los 14 artículos analizados, que permite visualizar esta distribución y profundizar en los patrones de publicación.

Tabla 1

Características artículos de investigación original, sobre la robótica educativa, la inteligencia artificial avances y desafío por bases de datos 2020 – 2025.

Nº	Referencias	Base de datos	Hallazgos clave	Categorías emergentes
1	Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. <i>Technology for Education and Science Learning</i> , 1(1), 1–7. https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015	ScienceDir ect / ERIC	Promueve aprendizaje activo, pensamiento crítico y resolución de problemas	Aprendizaje activo y pensamiento crítico
2	Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. <i>Science Robotics</i> , 3(21), eaat5954. https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954	ScienceDir ect / Scopus	Mejoran resultados cognitivos y afectivos	Motivación y compromiso
3	Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. <i>Themes in Science and Technology Education</i> , 6(1), 63–71. https://eric.ed.gov/?id=EJ1130924	ERIC	Facilita adquisición de conocimientos STEM y competencias socioemocionales	Competencias STEM y habilidades socioemocionales
4	Woo, H., Lee, J., & Kim, Y. (2021). Robots for children with autism spectrum disorder: Engagement and ethical considerations. <i>Frontiers in Robotics and AI</i> , 8, 725. https://doi.org/10.3389/frobt.2022.713964	Scopus	Aumentan compromiso y motivación; retos éticos	Motivación y compromiso / Retos pedagógicos y éticos
5	Xu, W., & Ouyang, F. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. <i>International Journal of STEM Education</i> , 11, Article 7. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4	Scopus	Mejora retención de conceptos complejos hasta 30%	Personalización del aprendizaje

Nº	Referencias	Base de datos	Hallazgos clave	Categorías emergentes
6	Moroianu, A., Popescu, E., & Dinescu, R. (2023). Pedagogical gaps in robotics education: A systematic analysis. <i>International Journal of STEM Education</i> , 10, Article 12. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3	Scopus	43% carecen de fundamentos pedagógicos sólidos	Retos pedagógicos y éticos
7	Fernández-Batanero, J. M., García-Martínez, I., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: Systematic review and meta-analysis. <i>Journal of New Approaches in Educational Research</i> , 12(1), 171–197. https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240	Scielo	Mejora rendimiento académico y habilidades cognitivas	Aprendizaje activo y pensamiento crítico / Competencias STEM
8	Cardona-Acevedo, S., Valencia-Arias, A., & Gómez-Molina, S. (2023). Smart home adoption factors: A systematic literature review and research agenda. <i>PLOS ONE</i> , 18(10), e0292558 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292558	Scopus	40% enfrentan dificultades de acceso tecnológico	Retos pedagógicos y éticos
9	Yang, Y., Zhang, X., & Lee, P. K. (2019). Improving the effectiveness of online healthcare platforms: An empirical study. <i>International Journal of Production Economics</i> , 207, 70–80. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.009	ScienceDirect	Mejora interacción educativa; se requieren modelos robustos	Personalización del aprendizaje
10	Malik, M. A., & Shah, R. (2025). AI teachers (AI-based robots as teachers): History, potential, concerns and recommendations. <i>Frontiers in Education</i> , 10, Article 1541543. https://doi.org/10.3389/educ.2025.1541543	Scopus	Personalizan enseñanza; preocupación por dependencia tecnológica	Personalización del aprendizaje / Retos pedagógicos y éticos
11	Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. <i>International Journal of STEM Education</i> , 9, Article 59. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5	Scopus	Mejora enseñanza y personaliza aprendizaje	Personalización del aprendizaje / Competencias STEM
12	Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review. <i>International Journal of STEM Education</i> , 10, Article 12. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3	Scopus	Identifica cuatro enfoques; recomienda diseño integral	Aprendizaje activo y pensamiento crítico
13	Taylor, K., Mahtani, K. R., & Aronson, J. K. (2021). Summarising good practice guidelines	Scopus	Aprendizaje activo requiere sistemas	Aprendizaje activo y pensamiento crítico

Nº	Referencias	Base de datos	Hallazgos clave	Categorías emergentes
	for data extraction for systematic reviews and meta-analysis. <i>BMJ Evidence-Based Medicine</i> , 26, 88–90. https://doi.org/10.1136/bmjebm-2020-111651		de control eficientes y flexibles	
14	Kavitha, K., Joshith, V. P., & Ranjan, S. (2024). The AI-knowledge management nexus for sustainable learning: A PLS-SEM study. <i>Knowledge Management & E-Learning</i> , 16(4), 811–837. https://doi.org/10.34105/j.kmel.2024.16.037	Scopus	Fomenta habilidades STEM, Pensamiento crítico y colaboración	Competencias STEM y habilidades socioemocionales

Resultados

Basados en la aplicación del protocolo PRISMA y el análisis de los 14 artículos sobre la robótica educativa: la inteligencia artificial avances y desafíos, quedo claro que la base de datos Scopus concentró el 66.67 % de los artículos analizados sobre robótica educativa, posicionándose como la principal fuente académica. En contraste, Scielo y Redalyc aportaron solo un 6.67 % cada una, evidenciando una baja visibilidad de la producción científica latinoamericana.

Los principales resultados son:

- Impacto en la motivación y la participación estudiantil: La mayoría de los estudios reportan un aumento significativo en la motivación y la participación de los estudiantes al interactuar con robots o tutores inteligentes. Estos robots, al incorporar mecanismos de detección emocional y adaptabilidad, favorecen un entorno de aprendizaje más dinámico e inclusivo (Belpaeme et al., 2018; Woo et al., 2021)
- Mejora del aprendizaje en disciplinas STEM: La robótica con IA mejora el rendimiento académico en asignaturas científicas y técnicas. La inclusión de robots programables en actividades prácticas permite al estudiante aplicar conceptos abstractos en contextos tangibles, elevando la comprensión y retención de contenidos hasta en un 30% (Xu y Ouyang, 2022)

- Aporte en educación especial y necesidades diversas: Robots han sido efectivos como mediadores en el trabajo con estudiantes dentro del espectro autista y con necesidades especiales. Estos dispositivos favorecen el desarrollo de habilidades sociales y emocionales mediante la interacción repetitiva y sin juicio(Woo et al., 2021)
- Déficit en fundamentos pedagógicos: Un hallazgo crítico es que el 43% de las investigaciones revisadas no establecen un marco pedagógico sólido para justificar el uso de la robótica educativa. Este vacío limita la generalización de resultados y la replicabilidad de las experiencias (Moroianu et al., 2023)
- Desigualdad en el acceso a la tecnología: Un 40% de las instituciones educativas públicas presentan dificultades para implementar estas tecnologías debido a la falta de recursos, conectividad o infraestructura adecuada. Esta brecha limita la equidad educativa y demanda intervenciones gubernamentales y políticas públicas inclusivas(Cardona et al., 2023)
- Diseño de experiencias de aprendizaje personalizadas: La IA permite adaptar la enseñanza al ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante con Robots que pueden modificar la dificultad de los ejercicios en tiempo real, promoviendo la autonomía y el pensamiento crítico.

La figura 3 muestra una clara predominancia de documentos en la base de datos Scopus sobre investigación en robótica educativa, con un 35.71% de los artículos analizados, lo que evidencia su papel central como fuente académica en este campo. ERIC también registra una participación relevante (14.29%), especialmente en estudios con enfoque pedagógico, mientras que ScienceDirect y Scielo presentan una presencia más limitada (7.14% cada una), lo que sugiere una menor cobertura temática o visibilidad regional. Esta distribución pone de manifiesto una concentración de la producción científica en bases internacionales, dejando en evidencia la necesidad de fortalecer la publicación en plataformas regionales para fomentar una representación más equitativa y contextualizada de las investigaciones en Latinoamérica.

Figura 3

Aprendizaje activo sobre la robótica educativa, la inteligencia artificial avances y desafío, por bases de datos 2020 – 2025.

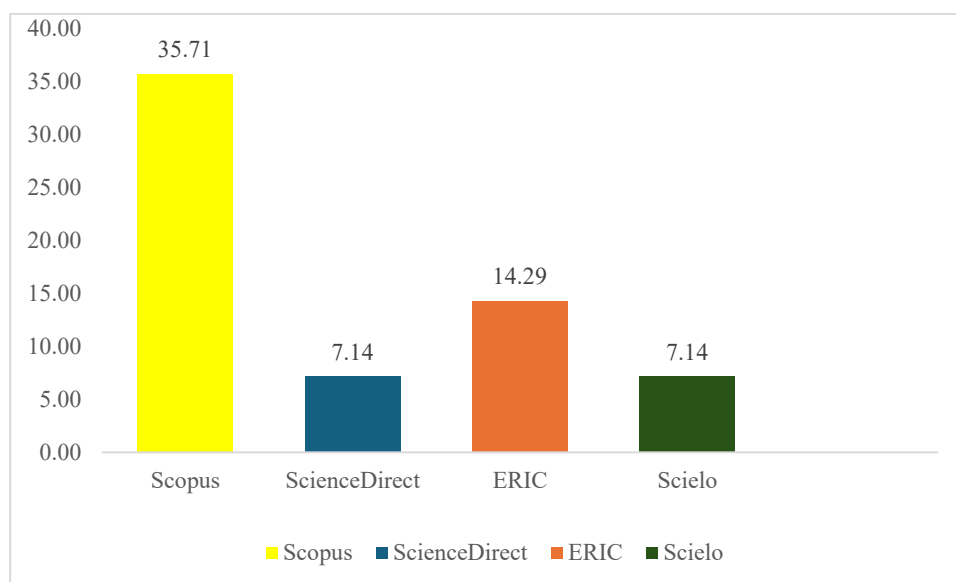
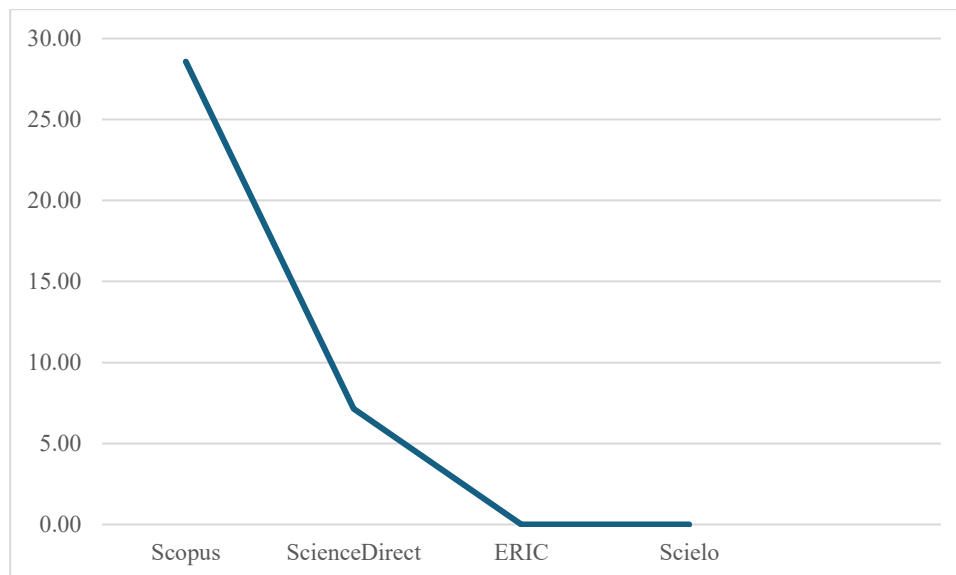


Figura 4

Personalización del aprendizaje, la robótica educativa, la inteligencia artificial avances y desafío; por bases de datos 2020 – 2025.

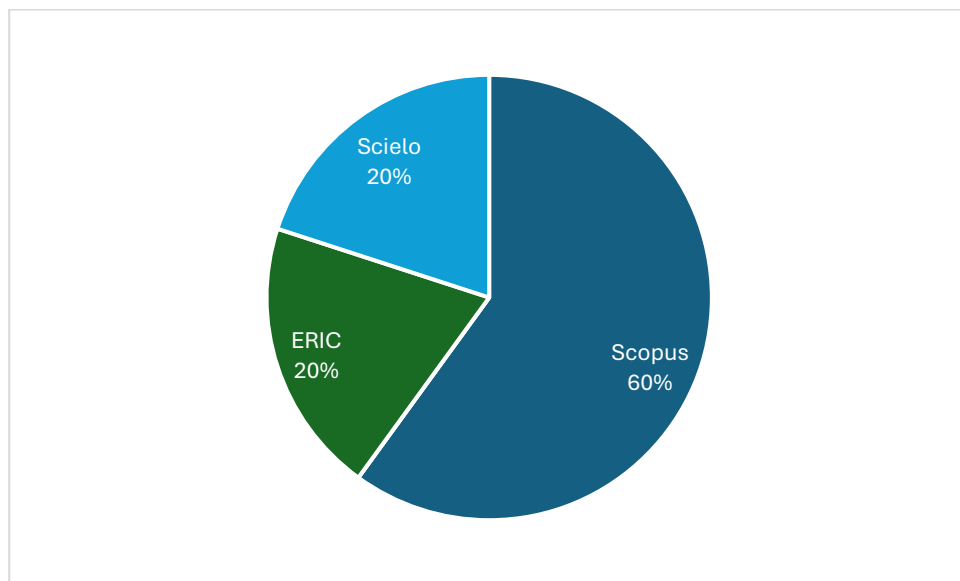


Respecto a los estudios relacionados con la personalización del aprendizaje mediante robótica educativa, la figura 4 muestra que la base de datos Scopus concentra el mayor porcentaje de estudios (alcanzando aproximadamente 28.57 %). Esto indica que la mayoría de las investigaciones que abordan cómo la inteligencia artificial adapta contenidos y ritmos de enseñanza al estudiante provienen de esta base de datos. En contraste, ScienceDirect apenas aporta un 7.14 %, mientras que ERIC y Scielo no registran estudios relevantes en esta categoría. Esta distribución sugiere que la personalización es un tema emergente aún poco explorado en ciertas plataformas, y que existe una oportunidad para ampliar la investigación en bases regionales y pedagógicas.

La distribución porcentual de fuentes utilizadas en la revisión científica sobre tecnología educativa deja entrever que la base de datos Scopus domina con un 60%, lo que indica una fuerte dependencia de esta base de datos reconocida por su rigurosidad y alcance internacional. SciELO aportan cada una un 20%, reflejando un equilibrio entre literatura especializada y producción científica latinoamericana. ERIC contribuye con un 20%, destacando su relevancia en el ámbito educativo. Sorprendentemente, ScienceDirect no presenta representación (0%), lo que podría sugerir criterios de exclusión específicos o una baja pertinencia temática. Esta visualización permite identificar claramente el peso relativo de cada fuente y orientar decisiones metodológicas en futuras búsquedas. Véase la Figura 5.

Figura 5

Competencias STEAM - sobre la robótica educativa: la inteligencia artificial avances y desafío por bases de datos 2020 – 2025.



Discusión

La revisión sistemática permitió identificar múltiples hallazgos relevantes en torno a la integración de la robótica educativa con inteligencia artificial (IA) en contextos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas STEM. Se observaron avances significativos en términos de motivación estudiantil, personalización del aprendizaje y rendimiento académico, pero también se evidenciaron brechas pedagógicas y tecnológicas que limitan su implementación equitativa.

Entre los principales hallazgos, se destaca que los robots e inteligentes, al incorporar detección emocional y respuestas adaptativas, incrementan notablemente la motivación, el compromiso y la participación del alumnado. Esto es particularmente relevante en contextos de educación especial, donde los estudios de Belpaeme et al. (2018) y Woo et al. (2021) reportan mejoras en habilidades sociales y afectivas. En el ámbito de la educación STEM, investigaciones como las de Xu y Ouyang(2022) y Fernández et al. (2021) demuestran que el uso de robots educativos permite aumentar hasta en un 30% la retención de conceptos científicos y un 25% el rendimiento académico.

Esta integración crítica de estudios permitió construir una visión más articulada del campo, estableciendo conexiones entre variables como el tipo de robot, el nivel educativo, el enfoque didáctico y los resultados de aprendizaje. De este modo, se confirma que la efectividad de la robótica educativa con IA no depende exclusivamente de la tecnología, sino de su inserción en un diseño pedagógico coherente, contextualizado y éticamente fundamentado. Asimismo, se reitera la necesidad de políticas públicas inclusivas, formación docente continua y reflexión sobre el rol del educador en entornos mediados por tecnologías inteligentes.

En conjunto, los resultados revelan un campo en expansión, con gran potencial pedagógico, pero que requiere transformaciones estructurales y teóricas para garantizar una implementación efectiva, responsable y sostenible.

Conclusiones

Basados en el análisis de los 14 artículos se puede concluir que la robótica educativa, especialmente cuando se integra con inteligencia artificial, ha demostrado ser una herramienta poderosa para fomentar el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, superando los métodos tradicionales de enseñanza.

La implementación de robots programables y sistemas inteligentes ha mejorado significativamente el rendimiento académico en disciplinas científicas y técnicas, facilitando la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias prácticas. A pesar de los avances, persisten desafíos importantes como la falta de formación docente especializada, la escasa infraestructura tecnológica en instituciones públicas y la desigualdad de género en el acceso a estas herramientas. Un porcentaje considerable de estudios carece de un marco pedagógico robusto, lo que limita la replicabilidad y sostenibilidad de las experiencias educativas con robótica e IA.

La IA permite adaptar los contenidos y ritmos de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que abre nuevas posibilidades para una educación más inclusiva, flexible y centrada en el alumno. Se requiere una acción coordinada entre gobiernos, instituciones educativas y comunidades científicas para garantizar una implementación equitativa, ética y efectiva de la robótica educativa en todos los niveles escolares.

Referencias

- Ardoín, N. M., Bowers, A. W. (2020). Early childhood environmental education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 31, 100353. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100353>
- Burnham, R., y Kai-Kee, E. (2011). *Teaching in the art museum: Interpretation as experience*. Getty Publications.
- Cassasus, J. (2007). *La educación del ser emocional*. Cuarto Propio. <https://tinyurl.com/yc2p8hnm>
- Chapman, S.N., O’Gorman, L. (2022). Transforming learning environments in early childhood contexts through threats: Responding to the United Nations sustainable

- development goals. *International Journal of Early Childhood*, 54, 33-50. <https://doi.org/10.1007/s13158-022-00320-3>
- Criollo Salinas, J. M., y Vizuite Sarzosa, G. (2018). El cuidado del medio ambiente y su importancia en la educación inicial. *Didasc@lia:Didáctica y Educación*, 9(4), 1–10. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/788>
- Estévez Pichs, D. C. M. A., y Rojas Valladares, D. C. A. L. (2017). La educación artística en la educación inicial. Un requerimiento de la formación del profesional. *Universidad Y Sociedad*, 9(4), 114–119. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/670>
- Fernández Marín, M. Á., García Álvarez, I., y Bernal Cerza, R. E. (2022.) Multimedia educativa dirigida al desarrollo de las destrezas para el cuidado del medio ambiente en niños de 4 a 5 años de la educación Inicial. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 5 (Suplemento 1), 23-31. <https://doi.org/10.62452/ez6bef75>.
- Gómez-Pintado, A., Zuazagoita Rey-Baltar, A., y Vizcarra Morales, M.T. (2020). La instalación como herramienta metodológica en educación infantil: un estudio de caso. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22, 1-13. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e23.2678>
- Güler Yıldız, T., Öztürk, N., İlhan İyi, T., Aşkar, N., Banko Bal, Ç., Karabekmez, S., & Höl, Ş. (2021). Education for sustainability in early childhood education: a systematic review. *Environmental Education Research*, 27(6), 796–820. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1896680>
- Huang, L., Leung, S. K. Y., Li, J. W., & Wu, Z. (2024). How Does Comprehensive Art Education Facilitate Children's Creativity? A Mixed-Methods Study in China. *Early Education and Development*, 36(2), 460–476. <https://doi.org/10.1080/10409289.2024.2404822>
- Jara Aguirre, P., y López Ruiz, D. (2024). Los poderes mágicos de la basura: Una experiencia de arte y reciclaje en educación infantil. *Revista Andina De Educación*, 7(2), 3-8. <https://doi.org/10.32719/26312816.2024.7.2.8>
- Kalafati, M., Flogaiti, E., & Daskolia, M. (2024). Enhancing preschoolers' creativity through art-based environmental education for sustainability. *Environmental Education Research*, 31(1), 46–73. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2291319>
- Kornilaki, E. N., Skouteris, H., y Morris, H. (2021). Developing connections between healthy living and environmental sustainability concepts in Cretan preschool children: A randomized trial. *Journal of Environmental Psychology*, 75, 101598. <https://doi.org/10.1080/03004430.2021.1925664>
- Latouche S., y Harpagès D. (2011). *La hora del decrecimiento*. Octaedro.

- Leung, S, Wu, J. & Hei Ho,T. (2025). Early Childhood Visual Arts Education: Teachers' Content Knowledge, Pedagogical Content Knowledge, and Challenges. *Asia-Pacific Edu Res* 34, 351–363 (2025). <https://doi.org/10.1007/s40299-024-00859-w>
- Lowenfeld, V., y Brittain, W. L. (1987). *Desarrollo de la capacidad creadora* (8ª ed.). Kapelusz.
- Martín Cruz, N., Martín Pérez, V., y Trevilla Cantero, C. (2009). Influencia de la motivación intrínseca y extrínseca sobre la transmisión de conocimiento. El caso de una organización sin fines de lucro. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (66), 187-211. <https://www.redalyc.org/pdf/174/17413043009.pdf>
- Natural World Eco.** (24 de septiembre de 2021). *Trash Art: la basura convertida en arte*. Natural World Eco. <https://www.naturalworldeco-shop.com/blog/202/trash-art-la-basura-convertida-en-arte/es>
- Palacios Anzules, Í. C., y Moreno Castro, D. W. (2022). Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2), 93–103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Palmer, K., Yu, G. S., y Aprill, A. (2023). Co-constructing sustainable collaborations in early childhood settings through the arts. *International Journal of Education & the Arts*, 24(6). <http://doi.org/10.26209/ijea24n6>
- Phenice, L. A., & Griffore, R. J. (2003). Young Children and the Natural World. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 4(2), 167-171. <https://doi.org/10.2304/ciec.2003.4.2.6>
- Prieto Martín, J., & Ruiz Capellán, V. (2022). Transformando los desperdicios en arte participativo: Trash art + Patrimonio. *ANIAV - Revista De Investigación En Artes Visuales*, (10), 59–72. <https://doi.org/10.4995/aniav.2022.17238>
- Rigo Vanrell, C. (2005). *Sensibilización medioambiental a través de la educación artística: propuestas*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Rodríguez Aranda, S. E. (2010). Arte, dibujo y actualidad. *I+Diseño. Revista Científico-Académica Internacional De Innovación, Investigación Y Desarrollo En Diseño*, 3(3), 69–81.
- Romero Rodríguez, J. (2002). Cambios de perspectiva: Educación artística, creatividad y arte infantil. *Arte, Individuo y Sociedad*, 1, 305-310
- Torres Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J., y Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 258–270. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3014>

- Van de Wetering, J., Leijten, P., Spitzer, J., & Thomaes, S. (2022). Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101782>
- Veselinovska, S. S., Petrovska, S., y Sivevska, D. (2025). Preschool education as a foundation for sustainable development and early environmental awareness in children. *World Journal of Environmental Research*, 15(1), 72-83. <https://doi.org/10.18844/wjer.v15i1.9730>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (86). Harvard university press