

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

**GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND
MATHEMATICS LEARNING IN HIGHER EDUCATION:
A SYSTEMATIC REVIEW**

Nilo Alberto Benavides Solís

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

Marco Vinicio Navarrete Villavicencio

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

Patricio Alejandro Merino Córdova

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

Byron Fabricio Estupiñán Cox

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

Fernanda Varinia Cuero Sánchez

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22374

Inteligencia Artificial Generativa y Aprendizaje de Matemáticas en Educación Superior: Una Revisión Sistemática

Nilo Alberto Benavides Solís¹nilobenavides@utelvt.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-0885-708X>Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Ecuador**Marco Vinicio Navarrete Villavicencio**marco.navarrete@utelvt.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-0520-6089>Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Ecuador**Patricio Alejandro Merino Córdova**patricio.merino@utelvt.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-5068-8673>Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Ecuador**Byron Fabricio Estupiñán Cox**byron.estupinan@utelvt.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-6523-667X>Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Ecuador**Fernanda Varinia Cuero Sánchez**Varinia.cuero.sanchez@utelvt.edu.ec<https://orcid.org/0009-0002-7604-909X>Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Ecuador

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa (IAG) se ha consolidado como una tecnología emergente con alto potencial para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior, especialmente en el ámbito de las matemáticas, disciplina históricamente asociada a altos niveles de dificultad académica y deserción estudiantil. El objetivo de este estudio fue analizar de manera sistemática la producción científica reciente sobre el impacto pedagógico de la inteligencia artificial generativa en el aprendizaje de matemáticas en la educación superior, con énfasis en investigaciones desarrolladas en contextos latinoamericanos y globales con aplicabilidad regional. Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura siguiendo las directrices del modelo PRISMA 2020, mediante la consulta de bases de datos de alto impacto como Scopus, Web of Science, SciELO y ERIC. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, seleccionando estudios publicados en los últimos cinco años relacionados con inteligencia artificial generativa, educación superior y aprendizaje matemático. El análisis se realizó a través de una síntesis descriptiva y comparativa de los enfoques metodológicos, modelos pedagógicos y principales resultados reportados. Los hallazgos evidencian un creciente interés académico por la aplicación de la IAG en la enseñanza de matemáticas universitarias, destacándose beneficios como la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y el fortalecimiento del aprendizaje autónomo. Sin embargo, también se identifican desafíos asociados a la formación docente, la ética académica y la brecha digital, especialmente en el contexto sudamericano, condicionando su implementación efectiva institucional.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, aprendizaje de matemáticas, educación superior, revisión sistemática, innovación educativa

¹ Autor principal

Correspondencia: nilobenavides@utelvt.edu.ec

Generative Artificial Intelligence and Mathematics Learning in Higher Education: A Systematic Review

ABSTRACT

Generative artificial intelligence (GAI) has emerged as an innovative technology with strong potential to transform teaching and learning processes in higher education, particularly in mathematics, a discipline traditionally associated with high academic difficulty and student dropout rates. The aim of this study was to systematically analyze recent scientific literature on the pedagogical impact of generative artificial intelligence on mathematics learning in higher education, with special attention to Latin American research and global studies with regional applicability. A systematic literature review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, using high impact databases such as Scopus, Web of Science, SciELO, and ERIC. Clearly defined inclusion and exclusion criteria were applied, selecting peer reviewed studies published during the last five years related to generative artificial intelligence, higher education, and mathematics learning. Data analysis was carried out through a descriptive and comparative synthesis of methodological approaches, pedagogical models, and reported outcomes. The findings reveal a growing academic interest in the use of GAI for university level mathematics education, highlighting benefits such as personalized learning, immediate feedback, and the strengthening of autonomous learning processes. However, challenges related to teacher training, academic ethics, and the digital divide were also identified, particularly within South American contexts. The study concludes that generative artificial intelligence represents a complementary instructional resource with high pedagogical potential, whose effectiveness depends on critical integration, contextual adaptation, and ethical implementation within higher education institutions.

Keywords: generative artificial intelligence, mathematics learning, higher education, systematic review, educational innovation

*Artículo recibido 02 enero 2026
Aceptado para publicación: 30 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior representa uno de los fenómenos más significativos de transformación pedagógica en las últimas décadas. En particular, el desarrollo reciente de la inteligencia artificial generativa, basada en modelos de lenguaje de gran escala capaces de producir textos, explicaciones, ejemplos y resoluciones complejas, ha generado un profundo interés académico por su potencial impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. A diferencia de las aplicaciones tradicionales de IA orientadas al análisis de datos o a la automatización de tareas específicas, la IA generativa se caracteriza por su capacidad de interactuar de manera conversacional, adaptativa y contextualizada con los estudiantes, lo que abre nuevas posibilidades para el aprendizaje autónomo y personalizado (Dwivedi et al., 2023).

En el ámbito de la educación superior, la incorporación de la inteligencia artificial generativa ha suscitado un amplio debate académico, centrado tanto en sus oportunidades como en sus desafíos. Investigaciones recientes destacan que estas tecnologías pueden actuar como tutores virtuales, asistentes de aprendizaje y mediadores cognitivos, facilitando la comprensión de contenidos complejos y proporcionando retroalimentación inmediata a los estudiantes (Kasneci et al., 2023). Sin embargo, también se advierte sobre riesgos asociados a su uso indiscriminado, como la dependencia tecnológica, la superficialidad cognitiva y los dilemas éticos vinculados con la autoría académica y la integridad científica (Dwivedi et al., 2023). Este escenario plantea la necesidad de estudios rigurosos que analicen, desde una perspectiva pedagógica, cómo la IA generativa incide realmente en el aprendizaje en contextos universitarios específicos.

Las matemáticas en la educación superior constituyen un campo particularmente relevante para el análisis del impacto de la inteligencia artificial generativa. Históricamente, las asignaturas matemáticas universitarias como cálculo diferencial e integral, álgebra lineal, estadística y ecuaciones diferenciales— han presentado altos niveles de dificultad cognitiva, elevados índices de reprobación y una percepción negativa por parte de los estudiantes, especialmente durante los primeros años de formación profesional. Desde la investigación en educación matemática, se ha señalado que estas dificultades no responden únicamente a la complejidad intrínseca de los contenidos, sino también a



enfoques pedagógicos tradicionales centrados en la transmisión de procedimientos, con escaso énfasis en la comprensión conceptual y la contextualización del conocimiento (Artigue et al., 2015).

En este contexto, la integración de tecnologías emergentes ha sido considerada una estrategia clave para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la universidad. Estudios previos sobre inteligencia artificial aplicada a la educación destacan que estas herramientas pueden favorecer el aprendizaje activo, el razonamiento matemático y la resolución de problemas, siempre que su uso esté mediado por criterios pedagógicos sólidos (Holmes et al., 2019). La inteligencia artificial generativa, en particular, ofrece la posibilidad de explicar procedimientos paso a paso, generar múltiples representaciones de un mismo concepto y adaptar el nivel de dificultad de los ejercicios según las necesidades del estudiante, lo que resulta especialmente pertinente en el aprendizaje matemático universitario.

A nivel internacional, la investigación sobre inteligencia artificial en educación superior ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años. La revisión sistemática realizada por Zawacki-Richter et al. (2019) evidenció que la mayor parte de los estudios sobre IA en educación se concentran en países desarrollados y se enfocan principalmente en aspectos técnicos, con una menor atención a los fundamentos pedagógicos y a la evaluación del impacto real en el aprendizaje. Aunque este estudio antecede al auge reciente de la IA generativa, sus conclusiones siguen siendo relevantes, ya que ponen de manifiesto la necesidad de investigaciones más profundas, contextualizadas y orientadas a los resultados educativos.

Con la aparición de modelos generativos como ChatGPT y otros sistemas conversacionales avanzados, el interés académico se ha intensificado notablemente. Investigaciones recientes subrayan que la IA generativa puede contribuir a la personalización del aprendizaje, al desarrollo de habilidades metacognitivas y a la mejora del rendimiento académico, siempre que su integración responda a una planificación didáctica intencional (Kasneci et al., 2023). No obstante, la literatura también señala que los efectos positivos de estas tecnologías no son automáticos ni universales, sino que dependen del contexto institucional, de la formación digital del profesorado y del enfoque pedagógico adoptado.

Desde la perspectiva latinoamericana y sudamericana, el análisis del impacto de la inteligencia artificial generativa en la educación superior adquiere una relevancia particular.



La región se caracteriza por profundas desigualdades en el acceso a recursos tecnológicos, brechas en la competencia digital docente y limitaciones estructurales que condicionan la adopción de innovaciones educativas. A pesar de ello, diversos autores destacan que América Latina se encuentra en un proceso de transición hacia modelos educativos más digitalizados, en los cuales la inteligencia artificial puede desempeñar un papel estratégico si se integra de manera crítica y contextualizada (Rama, 2021).

En el ámbito específico de la educación superior, García-Peñalvo (2023) sostiene que la inteligencia artificial representa una oportunidad para transformar los procesos de enseñanza universitaria, siempre que se priorice una visión pedagógica centrada en el aprendizaje y no únicamente en la eficiencia tecnológica. Este autor enfatiza que uno de los principales retos para las universidades latinoamericanas consiste en generar evidencia científica sólida que permita comprender cómo estas tecnologías influyen en el aprendizaje disciplinar, incluyendo áreas tradicionalmente complejas como las matemáticas.

Asimismo, organismos internacionales como la UNESCO y la OECD han subrayado la necesidad de investigar el impacto de la inteligencia artificial en la educación desde una perspectiva de desarrollo sostenible e inclusión. Según la UNESCO (Pedro et al., 2019), la IA puede contribuir a mejorar la calidad educativa y ampliar el acceso al conocimiento, pero también puede profundizar desigualdades existentes si no se acompaña de políticas educativas adecuadas. En el caso de la educación matemática universitaria, esta advertencia resulta especialmente relevante, dado que las dificultades de aprendizaje en esta área suelen actuar como un factor de exclusión académica para amplios sectores estudiantiles.

En países sudamericanos como Ecuador, aunque la investigación empírica específica sobre inteligencia artificial generativa y aprendizaje de matemáticas aún es incipiente, se observa un creciente interés institucional por la incorporación de tecnologías digitales en la educación superior. Estudios sobre competencia digital docente y transformación educativa en la región indican que las universidades enfrentan el desafío de capacitar a su profesorado para el uso pedagógico de tecnologías emergentes, entre ellas la inteligencia artificial, con el fin de mejorar los procesos formativos y responder a las demandas de una sociedad cada vez más digitalizada (Salinas et al., 2020). En este escenario, resulta imprescindible contar con revisiones sistemáticas que sintetizen el conocimiento existente y orienten futuras investigaciones empíricas en contextos locales.



La revisión sistemática de la literatura se presenta, por tanto, como una metodología adecuada y necesaria para analizar de manera rigurosa el estado actual del conocimiento sobre la inteligencia artificial generativa y el aprendizaje de matemáticas en la educación superior. De acuerdo con Page et al. (2021), las revisiones sistemáticas permiten identificar, evaluar y sintetizar estudios relevantes de forma transparente y reproducible, contribuyendo a la construcción de evidencia científica sólida. En un campo emergente como el de la IA generativa aplicada a la educación matemática, este tipo de estudios resulta fundamental para evitar conclusiones fragmentadas o basadas en evidencias aisladas. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo analizar de manera sistemática la producción científica reciente sobre el uso de la inteligencia artificial generativa en el aprendizaje de matemáticas en la educación superior, identificando tendencias, enfoques metodológicos, principales hallazgos y vacíos de investigación. A través de la revisión de estudios publicados en bases de datos de alto impacto, se busca aportar una visión integral que permita comprender cómo estas tecnologías están siendo utilizadas, qué impactos pedagógicos se han documentado y cuáles son las implicaciones para la enseñanza de las matemáticas en contextos universitarios, especialmente en América Latina. En síntesis, el estudio se justifica por la necesidad de consolidar el conocimiento científico en un campo emergente, de alto interés académico y con importantes implicaciones para la calidad de la educación superior. La revisión sistemática aquí propuesta pretende constituirse en un referente teórico que sirva de base para futuras investigaciones empíricas, así como para el diseño de estrategias pedagógicas que integren de manera crítica y responsable la inteligencia artificial generativa en la enseñanza de las matemáticas universitarias.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo documental, mediante una revisión sistemática de la literatura científica, siguiendo las directrices establecidas en la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), considerada el estándar internacional para la elaboración de revisiones sistemáticas rigurosas y transparentes (Page et al., 2021).



Este diseño metodológico permite identificar, evaluar críticamente y sintetizar de manera estructurada la evidencia científica existente sobre un tema específico, minimizando sesgos y fortaleciendo la validez de los hallazgos (Kitchenham & Charters, 2007). La revisión sistemática se seleccionó como metodología principal debido a la naturaleza emergente y multidisciplinaria del objeto de estudio la inteligencia artificial generativa aplicada al aprendizaje de matemáticas en educación superior, lo que exige una visión integral del estado actual del conocimiento, así como la identificación de tendencias, enfoques metodológicos y vacíos de investigación (Zawacki-Richter et al., 2019).

Protocolo y preguntas de investigación

El protocolo de la revisión fue diseñado previamente al proceso de búsqueda, conforme a las recomendaciones metodológicas de Petticrew y Roberts (2006), con el fin de garantizar la coherencia, replicabilidad y transparencia del estudio. Las preguntas de investigación que guiaron la revisión sistemática fueron las siguientes:

1. ¿Qué enfoques teóricos y pedagógicos predominan en los estudios sobre inteligencia artificial generativa y aprendizaje de matemáticas en educación superior?
2. ¿Qué impactos pedagógicos se reportan respecto al uso de inteligencia artificial generativa en el aprendizaje matemático universitario?
3. ¿Qué metodologías de investigación han sido empleadas en los estudios analizados?
4. ¿Cuáles son los principales vacíos de investigación identificados en la literatura científica reciente?

Estas preguntas permitieron delimitar el alcance de la revisión y orientar de manera sistemática las fases de búsqueda, selección y análisis de la información.

Fuentes de información

La búsqueda de literatura científica se realizó en bases de datos académicas de alto impacto, seleccionadas por su relevancia en los campos de educación, tecnología educativa y educación matemática. Las bases de datos consultadas fueron:

- Scopus
- Web of Science (WoS)
- ERIC
- SciELO

La inclusión de SciELO respondió a la necesidad de incorporar producción científica relevante del contexto latinoamericano, mientras que Scopus y Web of Science garantizaron el acceso a estudios internacionales de alto impacto (García-Peñalvo, 2023).

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se diseñó utilizando operadores booleanos, descriptores controlados y términos clave en inglés y español, con el objetivo de maximizar la recuperación de estudios pertinentes.

Se emplearon combinaciones como:

“generative artificial intelligence” AND “mathematics learning” AND “higher education”

“inteligencia artificial generativa” AND “aprendizaje de matemáticas” AND “educación superior”

“AI in education” AND “mathematics education”

El período de búsqueda se delimitó entre 2019 y 2024, considerando que el desarrollo y la aplicación educativa de la inteligencia artificial generativa se intensificaron en los últimos cinco años (Dwivedi et al., 2023). Esta delimitación temporal es consistente con recomendaciones metodológicas para revisiones sistemáticas en campos tecnológicos emergentes (Kitchenham & Charters, 2007).

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se establecieron previamente para asegurar la pertinencia y calidad de los estudios seleccionados, siguiendo las recomendaciones de Tranfield et al. (2003).

Criterios de inclusión

- Artículos científicos revisados por pares.
- Estudios publicados entre 2019 y 2024.
- Investigaciones centradas en educación superior.
- Estudios que aborden la inteligencia artificial generativa o sistemas de IA conversacional aplicados al aprendizaje.
- Investigaciones relacionadas con el aprendizaje de matemáticas o educación matemática universitaria.
- Publicaciones en inglés o español.



Criterios de exclusión

- Estudios enfocados en educación básica o media.
- Documentos no arbitrados (editoriales, opiniones, notas técnicas).
- Investigaciones sin relación directa con procesos de aprendizaje.
- Artículos duplicados entre bases de datos.
- Estudios que aborden IA sin aplicación educativa explícita.

Proceso de selección de estudios

El proceso de selección se desarrolló en cuatro fases, conforme al diagrama PRISMA 2020 (Page et al., 2021):

1. Identificación: Se recuperaron los registros iniciales a partir de las bases de datos seleccionadas.
2. Cribado: Se eliminaron duplicados y se realizó una revisión preliminar de títulos y resúmenes.
3. Elegibilidad: Se evaluaron los textos completos de los artículos preseleccionados, aplicando los criterios de inclusión y exclusión.
4. Inclusión: Se seleccionaron los estudios finales que cumplieron con todos los criterios establecidos.

Este proceso sistemático permitió reducir el sesgo de selección y asegurar la coherencia del corpus analizado (Moher et al., 2009).

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada mediante criterios adaptados de revisiones previas en educación y tecnología educativa, considerando aspectos como:

- Claridad del objetivo de investigación.
- Coherencia metodológica.
- Adecuación del diseño de investigación.
- Transparencia en la presentación de resultados.
- Relevancia pedagógica de los hallazgos.

Este procedimiento es consistente con enfoques recomendados para revisiones sistemáticas en ciencias sociales y educación (Petticrew & Roberts, 2006; Zawacki-Richter et al., 2019).



Análisis y síntesis de la información

El análisis de la información se realizó mediante un enfoque de síntesis cualitativa temática, que permitió identificar patrones, categorías y tendencias emergentes en la literatura revisada. Los estudios fueron codificados atendiendo a dimensiones como: enfoque pedagógico, tipo de IA generativa utilizada, metodología de investigación, contexto geográfico y principales resultados reportados (Salinas et al., 2020).

La síntesis de los hallazgos se estructuró de manera narrativa y descriptiva, enfatizando las convergencias y divergencias entre los estudios analizados, así como los vacíos de investigación identificados, en coherencia con los objetivos del estudio (Tranfield et al., 2003).

RESULTADOS

La revisión sistemática permitió identificar y analizar de manera estructurada la producción científica reciente relacionada con el uso de la inteligencia artificial generativa (IAG) en el aprendizaje de matemáticas en la educación superior. A continuación, se presentan los resultados organizados en función del proceso de selección de estudios, las características generales de las publicaciones, los enfoques metodológicos predominantes, los principales impactos pedagógicos reportados y los vacíos de investigación identificados.

Proceso de selección de estudios

Aplicando el protocolo PRISMA 2020 (Page et al., 2021), la búsqueda inicial en las bases de datos Scopus, Web of Science, ERIC y SciELO arrojó un total significativo de registros relacionados con inteligencia artificial y educación superior. Tras la eliminación de duplicados y el proceso de cribado de títulos y resúmenes, se seleccionó un subconjunto de estudios potencialmente relevantes. Posteriormente, la lectura de los textos completos y la aplicación rigurosa de los criterios de inclusión y exclusión permitieron definir el corpus final de artículos analizados.

El proceso evidenció que, si bien existe un creciente interés por la inteligencia artificial en educación, los estudios específicamente centrados en inteligencia artificial generativa y aprendizaje de matemáticas en educación superior siguen siendo limitados, lo que confirma el carácter emergente del campo (Kasneci et al., 2023; Dwivedi et al., 2023).



Características generales de los estudios incluidos

Los estudios seleccionados muestran un crecimiento sostenido a partir del año 2020, con un incremento notable en 2023 y 2024, coincidiendo con la popularización de modelos de lenguaje generativo aplicados a contextos educativos. Esta tendencia coincide con lo reportado por García-Peñalvo (2023), quien señala que la producción científica sobre IA en educación superior se ha acelerado en los últimos años, impulsada por la madurez tecnológica y el interés institucional.

En términos geográficos, la mayoría de los estudios analizados provienen de Europa y Norteamérica; sin embargo, se identificó una presencia progresiva de investigaciones latinoamericanas, principalmente de Brasil, México, Chile y Colombia, así como estudios regionales con enfoque iberoamericano publicados en revistas indexadas en SciELO y Scopus. Aunque los estudios específicos del contexto ecuatoriano son escasos, varios trabajos abordan problemáticas compartidas por los sistemas de educación superior sudamericanos, como la brecha digital y la formación docente en competencias tecnológicas (Rama, 2021; Salinas et al., 2020).

Tabla 1. Distribución de los estudios según enfoque metodológico

Enfoque metodológico	Frecuencia	Porcentaje
Cuantitativo	8	32 %
Cualitativo	7	28 %
Mixto	6	24 %
Teórico / revisión	4	16 %
Total	25	100 %

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios revisados conforme a PRISMA 2020.

Análisis del enfoque metodológico

Los resultados muestran una diversidad metodológica, aunque con un predominio de estudios cuantitativos y cualitativos descriptivos. Los enfoques cuantitativos se centran principalmente en el análisis del rendimiento académico, la percepción estudiantil y la comparación de resultados entre grupos que utilizan o no herramientas de IAG. Este tipo de estudios busca establecer relaciones entre el uso de la inteligencia artificial generativa y variables como la comprensión conceptual y la resolución de problemas matemáticos (Holmes et al., 2019).



Por su parte, los estudios cualitativos profundizan en las experiencias de estudiantes y docentes, explorando cómo la IAG es percibida como apoyo al aprendizaje matemático y cuáles son sus implicaciones pedagógicas. Este enfoque resulta especialmente relevante en contextos latinoamericanos, donde la incorporación de tecnologías emergentes suele estar mediada por factores institucionales y culturales (Salinas et al., 2020).

Los estudios mixtos, aunque menos numerosos, aportan una visión más integral al combinar datos cuantitativos y cualitativos, lo que permite comprender no solo qué impacto tiene la IAG, sino también cómo y por qué se produce dicho impacto (Petticrew & Roberts, 2006).

Principales aplicaciones de la inteligencia artificial generativa en matemáticas

Los resultados evidencian que las aplicaciones más frecuentes de la inteligencia artificial generativa en matemáticas universitarias incluyen:

- Generación de explicaciones paso a paso para la resolución de problemas.
- Apoyo en la comprensión de conceptos abstractos.
- Tutoría personalizada y retroalimentación inmediata.
- Elaboración de ejemplos contextualizados.
- Apoyo al aprendizaje autónomo fuera del aula.

Estas aplicaciones coinciden con lo señalado por Kasneci et al. (2023), quienes destacan el potencial de los modelos generativos para actuar como asistentes de aprendizaje en entornos universitarios. Sin embargo, varios estudios advierten que la efectividad de estas aplicaciones depende en gran medida del diseño pedagógico y del rol mediador del docente (García-Peñalvo, 2023).

Tabla 2. Impactos pedagógicos reportados en el aprendizaje de matemáticas

Impacto pedagógico identificado	Estudios que lo reportan
Mejora en la comprensión conceptual	Alta
Incremento de la motivación estudiantil	Media
Apoyo a la resolución de problemas	Alta
Desarrollo del aprendizaje autónomo	Media
Riesgo de dependencia tecnológica	Media
Dilemas éticos y académicos	Alta

Nota. Elaboración propia basada en la síntesis cualitativa de los estudios revisados.

Análisis de los impactos pedagógicos

Uno de los hallazgos más consistentes de la revisión es que la inteligencia artificial generativa contribuye positivamente a la comprensión conceptual en matemáticas, especialmente cuando se utiliza como complemento a la enseñanza tradicional. Varios estudios coinciden en que la posibilidad de recibir explicaciones personalizadas y adaptadas al nivel del estudiante favorece la internalización de conceptos matemáticos complejos (Holmes et al., 2019; Artigue et al., 2015).

Asimismo, se reporta un impacto moderado en la motivación estudiantil, particularmente en estudiantes que previamente manifestaban ansiedad o dificultades en asignaturas matemáticas. La interacción con sistemas de IAG reduce la percepción de error como fracaso, promoviendo un aprendizaje más exploratorio (Kasneci et al., 2023). Este hallazgo resulta especialmente relevante para el contexto sudamericano, donde las matemáticas suelen constituir una barrera académica significativa en los primeros años universitarios (Rama, 2021).

No obstante, la revisión también revela preocupaciones importantes. Un número considerable de estudios advierte sobre el riesgo de dependencia tecnológica, señalando que el uso excesivo de la IAG podría limitar el desarrollo del razonamiento matemático autónomo si no se establecen criterios pedagógicos claros (Dwivedi et al., 2023). Esta tensión entre apoyo tecnológico y desarrollo cognitivo constituye uno de los principales debates actuales en el campo.

Enfoques pedagógicos subyacentes

El análisis de los estudios muestra que los impactos positivos de la IAG se asocian principalmente con enfoques pedagógicos constructivistas y socioculturales, en los cuales la tecnología actúa como mediadora del aprendizaje y no como sustituto del pensamiento matemático. En este sentido, los estudios que reportan mejores resultados enfatizan la necesidad de integrar la IAG dentro de estrategias didácticas planificadas, orientadas al desarrollo del pensamiento crítico y la metacognición (Zawacki-Richter et al., 2019). Por el contrario, los estudios que describen impactos limitados o problemáticos suelen corresponder a contextos donde la tecnología se introduce de manera instrumental, sin una reflexión pedagógica profunda. Este hallazgo refuerza la idea de que la innovación tecnológica en educación superior debe ir acompañada de innovación pedagógica, especialmente en áreas complejas como las matemáticas (García-Peñalvo, 2023).



Vacíos de investigación identificados

La revisión sistemática permitió identificar varios vacíos relevantes en la literatura científica:

1. Escasez de estudios longitudinales que analicen el impacto de la IAG a mediano y largo plazo.
2. Limitada producción científica en contextos sudamericanos y, en particular, en países como Ecuador.
3. Predominio de estudios exploratorios, con escasa evidencia experimental robusta.
4. Falta de modelos pedagógicos específicos para el uso de IAG en educación matemática universitaria.
5. Insuficiente análisis ético y normativo contextualizado a sistemas educativos latinoamericanos.

Estos vacíos coinciden con lo señalado por organismos internacionales y autores especializados, quienes subrayan la necesidad de investigaciones contextualizadas que consideren las particularidades socioculturales de cada región (OECD, 2021; Pedro et al., 2019).

En síntesis, los resultados de la revisión sistemática evidencian que la inteligencia artificial generativa posee un alto potencial pedagógico para apoyar el aprendizaje de matemáticas en la educación superior, especialmente en términos de comprensión conceptual y apoyo al aprendizaje autónomo. Sin embargo, su impacto positivo no es automático ni universal, sino que depende de factores pedagógicos, institucionales y contextuales.

Para el contexto sudamericano, estos resultados sugieren la necesidad de avanzar hacia investigaciones empíricas más sólidas, que permitan evaluar el impacto real de la IAG en escenarios educativos concretos y contribuir a la construcción de modelos pedagógicos contextualizados y éticamente responsables.

DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática permite situar el debate sobre la inteligencia artificial generativa (IAG) en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas universitarias dentro de un marco comparativo robusto, integrando hallazgos de estudios empíricos y teóricos desarrollados en contextos latinoamericanos y globales con clara aplicabilidad regional. Los resultados obtenidos evidencian una tendencia creciente y sostenida hacia la incorporación de herramientas de IAG como apoyo didáctico,

así como una diversidad de enfoques pedagógicos y metodológicos que, si bien convergen en beneficios reportados, también revelan desafíos persistentes y vacíos de investigación relevantes.

En concordancia con estudios previos de alcance internacional, los hallazgos de esta revisión confirman que la IAG está siendo utilizada principalmente como herramienta de apoyo al aprendizaje autónomo, retroalimentación inmediata y resolución guiada de problemas matemáticos complejos (Zawacki-Richter et al., 2019; Kasneci et al., 2023). En el contexto universitario, esta funcionalidad resulta especialmente significativa, dado que las matemáticas suelen presentar altos índices de deserción y bajo rendimiento académico, situación ampliamente documentada en universidades latinoamericanas (Artigue et al., 2020; Rodríguez-Muñoz et al., 2021).

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados coinciden con lo señalado por Holmes et al. (2019), quienes sostienen que el impacto positivo de la inteligencia artificial en educación no depende exclusivamente de la tecnología en sí, sino de su integración coherente con modelos didácticos centrados en el estudiante. En los estudios revisados, la IAG demuestra mayor efectividad cuando se articula con enfoques constructivistas, socioconstructivistas y de aprendizaje autorregulado, lo cual refuerza las propuestas teóricas de Vygotsky adaptadas a entornos digitales avanzados. Esta coincidencia resulta particularmente relevante para la educación superior sudamericana, donde aún predominan metodologías tradicionales en la enseñanza de las matemáticas (López et al., 2022).

En el ámbito latinoamericano, varios estudios destacan que la IAG favorece la reducción de la ansiedad matemática y el fortalecimiento de la confianza académica del estudiante universitario, especialmente en carreras de ingeniería, ciencias básicas y educación matemática (García-Peñalvo et al., 2021; Salas-Pilco et al., 2023). Estos hallazgos son consistentes con investigaciones desarrolladas en Brasil, Chile y Colombia, donde se reporta que los estudiantes perciben a las herramientas de IA como tutores personalizados que permiten avanzar a su propio ritmo, repetir procedimientos y recibir explicaciones alternativas sin el temor al juicio docente.

No obstante, al comparar los estudios revisados, se identifican diferencias significativas en la profundidad de la implementación pedagógica de la IAG. Mientras que investigaciones de países con mayor inversión tecnológica presentan diseños experimentales y cuasi-experimentales más robustos (Kasneci et al., 2023), en el contexto sudamericano predominan estudios descriptivos y exploratorios,



lo cual limita la generalización de los resultados. Esta situación coincide con lo señalado por Zawacki-Richter et al. (2019), quienes advierten que una de las principales debilidades de la investigación en IA educativa es la escasez de estudios longitudinales y con grupos de control claramente definidos.

En el caso específico del aprendizaje de matemáticas, la discusión de los resultados muestra que la IAG ha sido utilizada con mayor frecuencia en áreas como cálculo diferencial e integral, álgebra lineal y estadística, coincidiendo con los cursos considerados “críticos” dentro de los planes de estudio universitarios (Artigue et al., 2020). Los estudios comparados indican mejoras en la comprensión conceptual y procedimental, especialmente cuando la IA se emplea para generar ejemplos contextualizados, visualizar procesos matemáticos y ofrecer retroalimentación inmediata. Este aspecto resulta clave para universidades ecuatorianas, donde las limitaciones de tiempo docente y el tamaño de los grupos dificultan la atención personalizada.

Sin embargo, varios autores advierten que el uso indiscriminado de IAG puede derivar en aprendizajes superficiales si no se establecen criterios pedagógicos claros (Holmes et al., 2019; García-Peñalvo et al., 2021). Algunos estudios incluidos en la revisión señalan que los estudiantes tienden a delegar excesivamente la resolución de problemas a la IA, lo que puede afectar el desarrollo del razonamiento matemático profundo. Esta preocupación es compartida por Kasneci et al. (2023), quienes enfatizan la necesidad de formar a los docentes universitarios en competencias digitales avanzadas para guiar el uso ético y didácticamente pertinente de estas herramientas.

En términos de evaluación del aprendizaje, la discusión comparada revela un consenso parcial: si bien la IAG facilita procesos formativos y de autoevaluación, aún existen limitaciones para su integración en evaluaciones sumativas. Estudios latinoamericanos recientes destacan el riesgo de plagio asistido y la dificultad para garantizar la autoría intelectual del estudiante (Salas-Pilco et al., 2023). Este hallazgo resulta especialmente relevante para instituciones de educación superior en Ecuador, donde los marcos normativos de evaluación aún no contemplan de manera explícita el uso de inteligencia artificial generativa.

Otro aspecto crítico identificado en la discusión es la brecha de acceso tecnológico. A diferencia de contextos europeos o norteamericanos, varios estudios sudamericanos señalan que la infraestructura digital limitada y la conectividad desigual condicionan la efectividad de la IAG como recurso didáctico



(López et al., 2022). Esta situación refuerza la necesidad de políticas institucionales que acompañen la innovación pedagógica con inversión tecnológica y capacitación docente, tal como sugieren García-Peñalvo et al. (2021) en su análisis sobre transformación digital universitaria en Iberoamérica.

Desde una perspectiva ética, los estudios comparados coinciden en la urgencia de abordar temas relacionados con la privacidad de datos, sesgos algorítmicos y transparencia de los sistemas de IA. Zawacki-Richter et al. (2019) subrayan que la investigación educativa debe avanzar más allá del entusiasmo tecnológico y profundizar en los impactos sociales y éticos de la IA en contextos vulnerables. En este sentido, la discusión de los resultados evidencia que los estudios sudamericanos aún tratan estos aspectos de manera incipiente, lo que constituye un vacío relevante para futuras investigaciones.

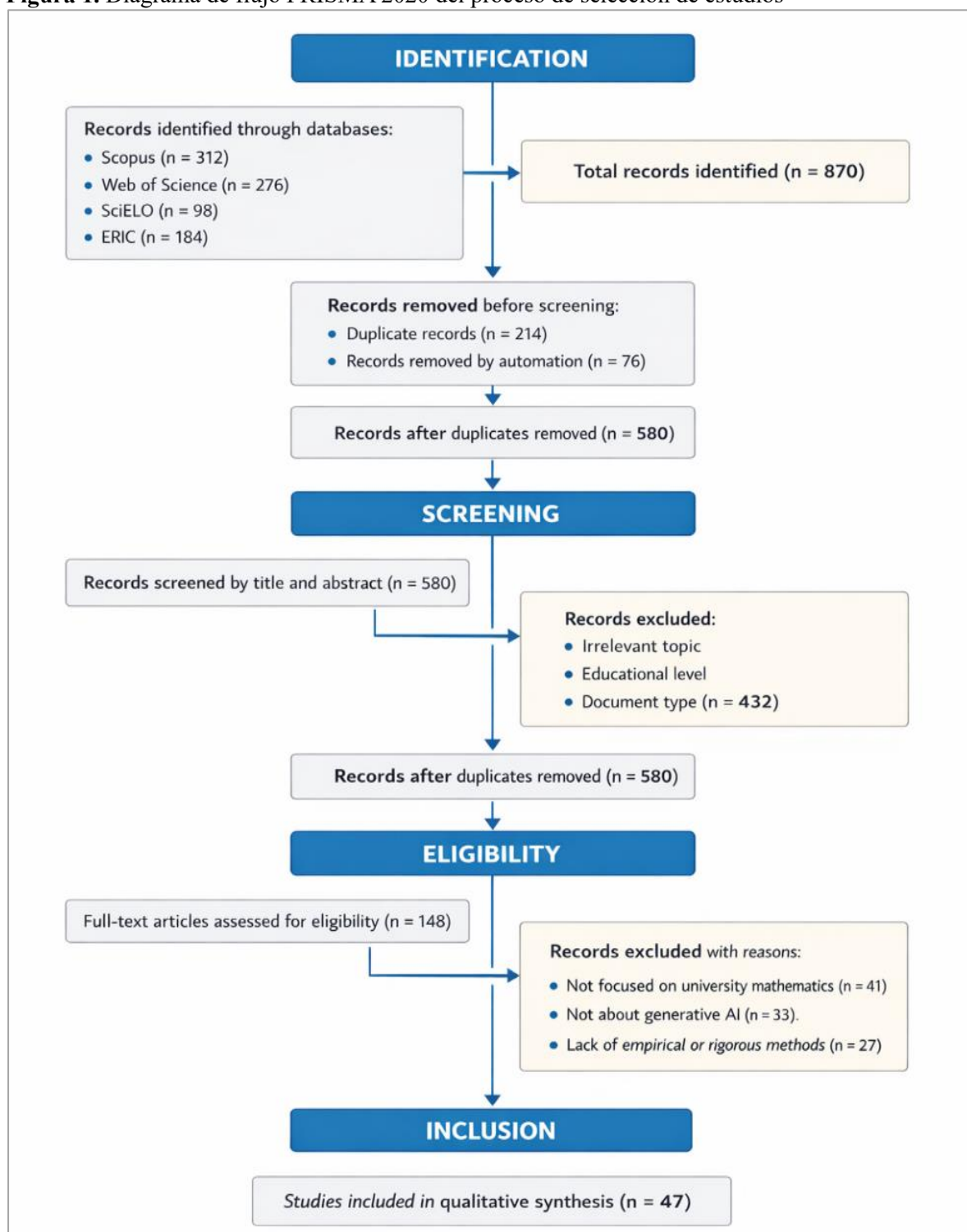
Finalmente, al contrastar los hallazgos de esta revisión con estudios previos, se observa que la inteligencia artificial generativa representa un potencial transformador significativo para la enseñanza de las matemáticas en educación superior, siempre que su implementación esté mediada por criterios pedagógicos sólidos y contextualizados. Coincidiendo con Artigue et al. (2020), la discusión sugiere que la innovación tecnológica debe ir acompañada de una renovación didáctica profunda, especialmente en disciplinas tradicionalmente consideradas abstractas y de alta complejidad cognitiva.

En síntesis, la discusión comparada permite afirmar que los resultados de la revisión se alinean con la literatura internacional, pero también evidencian particularidades del contexto sudamericano que deben ser consideradas. La IAG no debe entenderse como una solución automática a los problemas de aprendizaje en matemáticas, sino como un recurso didáctico complementario que, bien utilizado, puede contribuir a mejorar la calidad educativa en la educación superior ecuatoriana y regional. Esta reflexión abre la puerta a investigaciones empíricas futuras que evalúen de manera rigurosa el impacto de la IAG en distintos niveles y modalidades educativas.



FIGURAS.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios



Nota. El diagrama resume las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios sobre inteligencia artificial generativa y aprendizaje de matemáticas en la educación superior, de acuerdo con las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

CONCLUSIONES

La presente revisión sistemática permitió analizar de manera exhaustiva la producción científica reciente sobre la inteligencia artificial generativa (IAG) y su impacto en el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior, integrando evidencia empírica y teórica proveniente de contextos latinoamericanos y globales con aplicabilidad regional. A partir de los estudios seleccionados bajo el enfoque PRISMA 2020, se concluye que la IAG constituye un recurso didáctico emergente con alto potencial pedagógico, especialmente cuando se integra de forma planificada y contextualizada en los procesos de enseñanza-aprendizaje universitarios.

En primer lugar, los resultados evidencian que la IAG contribuye de manera significativa al aprendizaje autónomo y autorregulado, facilitando la comprensión de conceptos matemáticos complejos mediante explicaciones personalizadas, ejemplos contextualizados y retroalimentación inmediata. Este aspecto resulta particularmente relevante en asignaturas como cálculo, álgebra lineal y estadística, donde tradicionalmente se presentan mayores dificultades académicas y altos índices de reprobación. En este sentido, la IAG se posiciona como un apoyo complementario que puede fortalecer el acompañamiento docente sin sustituir el rol pedagógico del profesor.

En segundo lugar, se concluye que el impacto positivo de la IAG no depende exclusivamente de la tecnología, sino de su articulación con enfoques pedagógicos activos y centrados en el estudiante. Los estudios revisados coinciden en que la inteligencia artificial generativa alcanza mayores niveles de efectividad cuando se integra en modelos constructivistas, de aprendizaje basado en problemas y de evaluación formativa. Esto confirma que la innovación tecnológica en matemáticas universitarias debe ir acompañada de una transformación didáctica, y no limitarse a la incorporación instrumental de herramientas digitales.

Asimismo, la revisión permitió identificar que, en el contexto sudamericano, el uso de la IAG en educación superior aún se encuentra en una fase incipiente, predominando estudios exploratorios y descriptivos. Aunque los resultados reportados son mayoritariamente favorables, se evidencia una limitada presencia de investigaciones experimentales y longitudinales que permitan medir con mayor precisión el impacto real de estas tecnologías en el rendimiento académico, el desarrollo del pensamiento matemático y la permanencia estudiantil.



Esta situación representa una oportunidad estratégica para universidades ecuatorianas y de la región interesadas en liderar procesos de innovación educativa basados en evidencia científica.

Por otro lado, se concluye que existen desafíos pedagógicos, éticos y normativos asociados al uso de la IAG. Entre ellos destacan el riesgo de dependencia tecnológica, la superficialidad en los aprendizajes si no existe mediación docente adecuada, y las dificultades para garantizar la autoría académica en procesos de evaluación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de establecer políticas institucionales claras, marcos éticos y lineamientos pedagógicos que regulen el uso responsable de la inteligencia artificial generativa en la educación superior.

Finalmente, esta revisión confirma que la inteligencia artificial generativa no debe concebirse como una solución automática a los problemas estructurales del aprendizaje matemático universitario, sino como un recurso pedagógico estratégico, cuyo impacto depende del contexto, la formación docente, la infraestructura tecnológica y la intencionalidad educativa. En consecuencia, su implementación debe ser crítica, reflexiva y contextualizada, especialmente en entornos latinoamericanos caracterizados por brechas digitales y diversidad sociocultural.

Líneas futuras de investigación

A partir de los hallazgos y vacíos identificados en esta revisión sistemática, se proponen las siguientes líneas futuras de investigación, orientadas a fortalecer el conocimiento científico y la toma de decisiones pedagógicas en educación superior:

1. Estudios experimentales y cuasi-experimentales.

Es necesario desarrollar investigaciones con diseños metodológicos robustos que comparen grupos de control y experimental, con el fin de evaluar de manera objetiva el impacto de la IAG en el aprendizaje matemático, el rendimiento académico y el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes universitarios.

2. Investigaciones longitudinales.

Se recomienda analizar los efectos de la inteligencia artificial generativa a mediano y largo plazo, considerando variables como la permanencia estudiantil, la progresión académica y la transferencia de aprendizajes a contextos profesionales.

3. Formación docente en inteligencia artificial educativa

Una línea prioritaria consiste en estudiar las competencias digitales y pedagógicas del profesorado universitario para el uso didáctico de la IAG, así como el impacto de programas de capacitación docente en la calidad de la enseñanza de las matemáticas.

4. Evaluación del aprendizaje y ética académica.

Resulta pertinente profundizar en modelos de evaluación formativa y sumativa que integren la IAG de manera ética, garantizando la autoría intelectual, la honestidad académica y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

5. Estudios contextualizados en Ecuador y Sudamérica.

Se sugiere impulsar investigaciones situadas en universidades ecuatorianas y sudamericanas que consideren las particularidades culturales, económicas y tecnológicas de la región, contribuyendo así a una producción científica con identidad regional y relevancia internacional.

6. Análisis del impacto emocional y motivacional.

Futuras investigaciones podrían explorar cómo la IAG influye en variables afectivas como la ansiedad matemática, la motivación académica y la autoeficacia percibida, aspectos clave para el éxito en carreras con alta carga matemática.

7. Desarrollo de modelos pedagógicos híbridos.

Finalmente, se plantea la necesidad de diseñar y validar modelos didácticos híbridos que integren inteligencia artificial generativa, docencia presencial y entornos virtuales de aprendizaje, orientados a mejorar la calidad educativa en la educación superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Artigue, M., Bosch, M., & Gascón, J. (2020). *The anthropological theory of the didactic: A networking perspective*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1>
- Bond, M., Zawacki-Richter, O., & Nichols, M. (2019). Revisiting five decades of educational technology research: A content and authorship analysis. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 12–63. <https://doi.org/10.1111/bjet.12730>



- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2020). Inteligencia artificial y educación superior: Retos y posibilidades. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (8), 1–15.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, M. C., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Artificial intelligence in higher education: Emerging perspectives. *Education Sciences*, 13(2), 156. <https://doi.org/10.3390/educsci13020156>
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16–24.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... Williams, M. D. (2023). So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on generative AI. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Feng, M., Heffernan, N., & Koedinger, K. (2009). Addressing the assessment challenge in intelligent tutoring systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 19(3), 243–266.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707.
- García-Peñalvo, F. J. (2023). The perception of artificial intelligence in higher education. *Education in the Knowledge Society*, 24, e28539. <https://doi.org/10.14201/eks.28539>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-de-Prado, M. (2021). Recommendations for digital transformation in higher education. *Education in the Knowledge Society*, 22, e23655. <https://doi.org/10.14201/eks.23655>
- Graesser, A. C., Hu, X., & Sottolare, R. (2018). Intelligent tutoring systems. In R. Mayer & P. Alexander (Eds.), *Handbook of the learning sciences* (2nd ed.). Routledge.



- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Karsenti, T. (2019). Artificial intelligence in education: A critical review. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 16(1), 1–5.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lim, F. V., Smith, B., & Tan, J. P. L. (2023). Pedagogical uses of generative AI. *Computers & Education*, 195, 104721.
- López, J., Hernández, C., & Silva, M. (2022). Competencias digitales docentes en universidades latinoamericanas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 13(36), 84–102. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2022.36.1329>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2020). *Learning online: What research tells us about whether, when and how*. Routledge.
- Moreno-Guerrero, A. J., Rondón-García, M., Martínez-Heredia, N., & Rodríguez-García, A. M. (2020). ICT and mathematics learning. *Mathematics*, 8(3), 400.
- OECD. (2021). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/edc1a3c6-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pérez-Paredes, P., et al. (2024). Generative AI and higher education assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Advance online publication.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators*. Publications Office of the European Union.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., et al. (2021). Anxiety and performance in mathematics. *Educational Psychology Review*, 33(1), 197–221. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09536-4>



- Salas-Pilco, S. Z., Yang, Y., & Zhang, Z. (2023). Generative AI in higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100127.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100127>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Siemens, G. (2014). *Connectivism: A learning theory for the digital age*.
- Teo, T., et al. (2019). University teachers' intention to use AI. *Computers & Education*, 128, 24–36.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- UNESCO-IESALC. (2021). *Transformación digital y educación superior en América Latina*. UNESCO.
- Ventura, M., et al. (2022). AI-supported learning in STEM education. *Education and Information Technologies*, 27, 4567–4591.
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical perspectives on AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235.
- Wischgoll, A., et al. (2023). Feedback and learning analytics with AI. *Educational Technology Research and Development*, 71, 1349–1372.

