



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2026,
Volumen 10, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y PENSAMIENTO ALGEBRAICO EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: TENDENCIAS, APORTES Y DESAFÍOS DESDE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

**GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND
ALGEBRAIC THINKING IN MATHEMATICS EDUCATION:
TRENDS, CONTRIBUTIONS, AND CHALLENGES BASED ON
A SYSTEMATIC REVIEW**

Edgar Iván Calero Bravo
Investigador independiente

Carrera Córdova Mabel Ximena
Investigador independiente

López Bayetero Michael Stalin
Investigador independiente

Encarnación Bravo Fabricio Leonel
Investigador independiente

Inteligencia artificial generativa y pensamiento algebraico en educación matemática: tendencias, aportes y desafíos desde una revisión sistemática

Edgar Iván Calero Bravo¹edgarcalero011@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-7989-9212>

Investigador independiente

Ibarra-Ecuador

Carrera Córdova Mabel Ximenamabelcarreracordova@gmail.com<https://orcid.org/0009-0007-3811-2875>

Investigador independiente

Quito-Ecuador

López Bayetero Michael Stalinmbayetero0801@gmail.com<https://orcid.org/0009-0005-4251-6341>

Investigador independiente

Ibarra-Ecuador

Encarnación Bravo Fabricio Leonelbravoleo701@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-3594-6881>

Investigador independiente

Ibarra-Ecuador

RESUMEN

Bajo los lineamientos de PRISMA 2020, esta revisión reunió dieciséis estudios publicados entre 2020 y 2026 sobre inteligencia artificial generativa y su papel en el desarrollo del pensamiento algebraico. La búsqueda se apoyó en bases de datos científicas como: ERIC, Redalyc, Scopus, Dialnet, SciELO, ScienceDirect, SpringerLink y Web of Science, entre cuyas herramientas predominaron ChatGPT. Los hallazgos indicaron que estos sistemas favorecieron la resolución de problemas, la construcción de explicaciones y la retroalimentación inmediata, siempre que operaran como apoyo al razonamiento y no como sustituto de este. No obstante, cuando el uso se limitó a obtener respuestas rápidas, en cambio, surgió el riesgo de dependencia tecnológica capaz de erosionar la autonomía del estudiante. Los estudios latinoamericanos, en particular los ecuatorianos, aportaron evidencia aún emergente sobre la mediación docente, aunque persistieron limitaciones de formación e infraestructura. La calidad metodológica, evaluada mediante MMAT, resultó mayormente moderada a alta. Se concluyó que el docente sigue siendo determinante para orientar el uso pedagógico de estas herramientas. Quedan pendientes estudios longitudinales sobre efectos concretos en habilidades algebraicas específicas.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa; pensamiento algebraico; educación matemática; ChatGPT; revisión sistemática.

¹ Autor principal

Correspondencia: edgarcalero011@gmail.com

Generative Artificial Intelligence and Algebraic Thinking in Mathematics Education: Trends, Contributions, and Challenges Based on a Systematic Review

ABSTRACT

In accordance with the PRISMA 2020 guidelines, this review included sixteen studies published between 2020 and 2026 on generative artificial intelligence and its role in the development of algebraic thinking. The search drew on scientific databases such as ERIC, Redalyc, Scopus, Dialnet, SciELO, ScienceDirect, SpringerLink, and Web of Science, with ChatGPT being the predominant tool among them. The findings indicated that these systems facilitated problem-solving, the construction of explanations, and immediate feedback, provided they functioned as a support for reasoning rather than a substitute for it. However, when their use was limited to obtaining quick answers, the risk of technological dependence emerged, which could erode student autonomy. Latin American studies, particularly those from Ecuador, provided still-emerging evidence on teacher mediation, although limitations in training and infrastructure persisted. Methodological quality, assessed using the MMAT, was mostly moderate to high. It was concluded that teachers continue to play a decisive role in guiding the pedagogical use of these tools. Longitudinal studies on concrete effects on specific algebraic skills remain to be conducted.

Keywords: Generative artificial intelligence; algebraic thinking; mathematics education; ChatGPT; systematic review.

*Artículo recibido 20 mayo 2026
Aceptado para publicación: 20 junio 2026*



1. INTRODUCCIÓN

La aparición de la inteligencia artificial generativa transformó, en un lapso relativamente corto, el escenario educativo, al abrir vías inéditas para acceder a la información, enfrentar problemas y respaldar los procesos de aprendizaje (Benavides et al., 2026). Con la aparición de los modelos de lenguaje de gran escala, las instituciones educativas empezaron a mirar de qué forma estos sistemas podían apoyar la enseñanza. No solo generan explicaciones. También resuelven ejercicios, arman ejemplos y devuelven retroalimentación en lenguaje natural, lo que fue despertando cada vez más interés dentro de la investigación educativa, ya que a diferencia de otras tecnologías digitales, la IAG arma una interacción dinámica con el usuario, donde este registro indica que las respuestas se van adaptando según el contexto de cada consulta particular. Pero el entusiasmo inicial no subsistió intacto. Después vino la discusión, sobre todo en torno al alcance real de estas herramientas en el desarrollo de habilidades cognitivas complejas, discusión que se agudiza cuando el uso de estos sistemas no viene acompañado de una planificación didáctica sólida (Kasneci et al., 2023; Zawacki-Richter et al., 2024).

El crecimiento de la producción científica alrededor de la inteligencia artificial generativa ha sido particularmente evidente desde finales de 2022. En pocos meses, numerosas investigaciones empezaron a documentar experiencias con el uso de ChatGPT y otros modelos generativos en distintos niveles educativos. Rendimiento académico, motivación, evaluación, alfabetización digital, diseño de recursos educativos: los temas abordados fueron variando, ampliándose casi al mismo ritmo que crecía la producción científica sobre el tema. Pero conforme aumentó el número de publicaciones también empezaron a emerger resultados que invitan a una lectura más prudente. Mientras algunos estudios describen mejoras en la participación de los estudiantes y en la personalización del aprendizaje, otros advierten que la dependencia excesiva de respuestas automatizadas podría limitar procesos esenciales como la argumentación, la reflexión crítica o la construcción autónoma del conocimiento. Esta diversidad de hallazgos evidencia que el impacto de la IAG no puede comprenderse únicamente desde sus capacidades tecnológicas, sino también desde las condiciones pedagógicas bajo las cuales se incorpora al aula (Lo, 2023; Tlili et al., 2023).

En el ámbito de la educación matemática la discusión adquiere una relevancia distinta, en función de la naturaleza propia del razonamiento matemático. Aprender matemáticas no se reduce a aplicar



procedimientos ni a memorizar algoritmos. Supone interpretar relaciones, formular conjeturas, establecer generalizaciones y justificar resultados a partir de representaciones diversas, donde este conjunto de competencias exige procesos cognitivos que difícilmente se dejan reducir a la obtención de una respuesta correcta. Por ello, el interés por integrar herramientas basadas en inteligencia artificial ha despertado expectativas importantes, especialmente porque ofrecen la posibilidad de proporcionar explicaciones inmediatas, ejemplos contextualizados y retroalimentación personalizada durante la resolución de problemas. Aun así, permanece abierta la discusión acerca de si dichas interacciones favorecen realmente una comprensión conceptual más profunda o si, por el contrario, incentivan estrategias de resolución cada vez más dependientes de la tecnología (Grassini, 2023; Kasneci et al., 2023).

Dentro de este escenario, el pensamiento algebraico ocupa un lugar central. Numerosas investigaciones coinciden en señalar que constituye una de las bases sobre las cuales se desarrolla el razonamiento matemático durante la educación obligatoria, ya que permite reconocer regularidades, expresar relaciones entre cantidades, interpretar representaciones simbólicas y formular generalizaciones que posteriormente sustentan el aprendizaje formal del álgebra. Su desarrollo comienza mucho antes de que el estudiante manipule ecuaciones o funciones. Aparece cuando identifica patrones, compara estructuras, establece equivalencias y representa situaciones mediante distintos lenguajes matemáticos, donde este conjunto de procesos va configurando las bases del razonamiento algebraico desde etapas muy tempranas. Fortalecer esta forma de pensamiento desde edades tempranas no solo favorece el desempeño posterior en matemáticas, también fortalece la capacidad para enfrentar problemas en contextos científicos y tecnológicos cada vez más complejos (Levin & Walkoe, 2022; Coles & Ahn, 2022).

A pesar de su importancia, distintos estudios siguen mostrando que una proporción considerable de estudiantes presenta dificultades persistentes al transitar desde el pensamiento aritmético hacia formas de razonamiento algebraico. La interpretación del significado de las variables aparece entre los problemas más frecuentes, junto con la comprensión del signo de igualdad como relación y no únicamente como resultado, la generalización de patrones y la construcción de argumentos que expliquen los procedimientos utilizados. Estas dificultades suelen mantenerse incluso después de varios



años de escolarización. Lo que evidencia que la enseñanza tradicional, basada en la repetición de procedimientos, resulta insuficiente para promover una comprensión profunda de los conceptos algebraicos. Levin y Walkoe (2022), junto con Vlassis y Demonty (2022), coinciden en que frente a esta situación resulta necesario avanzar hacia metodologías activas, recursos digitales y ambientes interactivos orientados a favorecer procesos de exploración, representación y reflexión matemática.

Las posibilidades para enfrentar estos desafíos se ampliaron de la mano del desarrollo tecnológico. Plataformas de aprendizaje adaptativo, sistemas tutoriales inteligentes, simuladores, aplicaciones de visualización dinámica: todo este conjunto de recursos fue apareciendo con un mismo propósito, apoyar la comprensión de conceptos matemáticos mediante experiencias más interactivas. Pero algo cambia con la irrupción de la inteligencia artificial generativa. Frente a las herramientas anteriores, introduce una diferencia que no es menor (Benavides et al., 2026).

Mientras la mayoría de los recursos digitales tradicionales funcionan a partir de rutas de aprendizaje previamente definidas, los modelos generativos son capaces de construir respuestas originales, modificar el nivel de complejidad de una explicación, plantear nuevas situaciones problemáticas e incluso mantener conversaciones que acompañan el razonamiento del estudiante durante la resolución de una tarea. Esta característica ha motivado que numerosos investigadores la consideren una tecnología con potencial para transformar las prácticas de enseñanza, aunque sus efectos sobre competencias matemáticas específicas todavía requieren mayor evidencia empírica (Zawacki-Richter et al., 2024)

Sobre la incorporación de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática no hay consenso, más bien lo contrario: la literatura reciente muestra posiciones bastante diversas al respecto. Algunos autores sostienen que estas herramientas facilitan procesos de andamiaje al proporcionar orientaciones inmediatas que permiten a los estudiantes avanzar cuando encuentran obstáculos durante la resolución de problemas. Otros, en cambio, advierten que el acceso permanente a soluciones completas puede reducir el esfuerzo cognitivo necesario para construir significados matemáticos duraderos. El debate, dejó de centrarse únicamente en las capacidades técnicas de la inteligencia artificial. Ahora se enfoca en las condiciones pedagógicas que determinan cuándo, cómo y para qué debe utilizarse dentro del aula. Kasneci et al. (2023) y Tlili et al. (2023) forman parte de este cambio de perspectiva, que impulsó investigaciones orientadas a analizar no solo la precisión de las respuestas



generadas por los modelos de lenguaje, sino también su influencia sobre procesos de razonamiento, autonomía y aprendizaje profundo.

La discusión sobre el papel de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática todavía presenta interrogantes que no han sido resueltos de manera suficiente por la literatura científica. Aunque el número de publicaciones ha aumentado considerablemente desde la aparición de modelos como ChatGPT, gran parte de los estudios se ha concentrado en analizar percepciones de estudiantes y docentes, posibilidades generales de uso o implicaciones éticas de estas tecnologías. En menor medida se han desarrollado investigaciones centradas en habilidades matemáticas específicas, como aquellas relacionadas con la comprensión algebraica, la identificación de patrones, la formulación de generalizaciones o la interpretación de representaciones simbólicas. Esta situación evidencia una brecha entre el potencial atribuido a la inteligencia artificial generativa y la evidencia empírica disponible sobre su contribución efectiva al aprendizaje matemático (Lo, 2023).

El valor de estas herramientas, desde una perspectiva educativa, no debería medirse solo por su capacidad para producir respuestas correctas. Importa más la manera en que pueden favorecer procesos cognitivos asociados con la construcción del conocimiento. La interacción con modelos generativos, en ese sentido, podría convertirse en una oportunidad para promover preguntas, comparar procedimientos, analizar errores y desarrollar explicaciones alternativas. UNESCO (2023) plantea, sin embargo, que la incorporación de la inteligencia artificial en educación debe mantenerse bajo un enfoque centrado en las personas, donde la tecnología complemente la acción pedagógica y no sustituya los procesos intelectuales que permiten al estudiante comprender, cuestionar y crear conocimiento. El desafío, bajo esta mirada, no consiste simplemente en introducir herramientas de inteligencia artificial en las aulas. Consiste más bien en determinar qué condiciones didácticas permiten aprovecharlas de manera significativa, un punto en el que coinciden tanto UNESCO (2023) como Kasneci et al. (2023) y Benavides et al. (2026).

En relación con el pensamiento algebraico, esta discusión adquiere mayor complejidad debido a que su desarrollo requiere procesos progresivos de razonamiento. El estudiante no aprende álgebra únicamente al memorizar reglas de transformación simbólica; necesita comprender relaciones, establecer conexiones entre diferentes representaciones y otorgar significado a los objetos matemáticos. Kaput



(2008) planteó que el pensamiento algebraico temprano implica procesos de generalización y expresión de relaciones que pueden construirse desde los primeros niveles educativos, una idea que continúa siendo retomada por investigaciones actuales sobre enseñanza del álgebra. Por ello, cualquier herramienta tecnológica que pretenda apoyar este aprendizaje debería analizarse desde su capacidad para estimular dichas formas de razonamiento y no solamente desde la rapidez con la que proporciona soluciones (Levin & Walkoe, 2022).

Un aspecto particularmente relevante es el tipo de interacción que los estudiantes establecen con los sistemas generativos. A diferencia de los recursos digitales tradicionales, donde las rutas de aprendizaje suelen estar previamente determinadas, los modelos de lenguaje permiten una conversación flexible en la que el usuario puede solicitar aclaraciones, modificar preguntas o explorar diferentes procedimientos. Esta característica podría favorecer procesos cercanos al andamiaje pedagógico, especialmente cuando las respuestas generadas funcionan como puntos de partida para la reflexión. Sin embargo, también existe el riesgo de que la herramienta entregue procedimientos terminados que reduzcan la necesidad de analizar el proceso matemático. Como advierten diversos investigadores, la calidad del aprendizaje dependerá menos del acceso a la inteligencia artificial y más del diseño de actividades que exijan interpretación, argumentación y toma de decisiones (Baker & Hawn, 2022; Kasneci et al., 2023).

La evidencia científica sobre inteligencia artificial generativa y educación matemática aún se encuentra en una etapa inicial. Aunque las investigaciones recientes han documentado su potencial para ofrecer retroalimentación, generar explicaciones y apoyar procesos de aprendizaje personalizados, la mayoría de los estudios se ha concentrado en aplicaciones educativas generales, mientras que su influencia en competencias matemáticas específicas continúa poco explorada (Lo, 2023). En particular, son limitados los trabajos que analizan cómo estas herramientas pueden contribuir al desarrollo del pensamiento algebraico, entendido como la capacidad de establecer relaciones, reconocer patrones y construir generalizaciones matemáticas.

Esta ausencia de evidencia específica genera interrogantes sobre las estrategias pedagógicas más adecuadas, los niveles educativos en los que se han aplicado y los resultados obtenidos en habilidades algebraicas concretas. Por ello, resulta necesario realizar una revisión sistemática que permita identificar

tendencias, aportes y limitaciones de la literatura existente, aportando una visión integral sobre el papel de la inteligencia artificial generativa en el fortalecimiento del pensamiento algebraico.

Otro vacío identificado corresponde a la escasa atención otorgada al papel del docente como mediador del uso de la inteligencia artificial generativa. Aunque muchas investigaciones destacan las posibilidades de personalización y retroalimentación inmediata, todavía existe poca claridad sobre las competencias pedagógicas necesarias para integrar estas herramientas en ambientes reales de aprendizaje matemático.

El rol docente permanece como un eje central para seleccionar actividades, orientar preguntas, analizar respuestas generadas por la IA y promover procesos de reflexión que eviten un uso superficial de la tecnología, donde esta incorporación de la inteligencia artificial generativa exige repensar tanto los recursos disponibles como las prácticas docentes y los modelos de enseñanza que acompañan su implementación (Redecker, 2017; Benavides et al., 2026).

Bajo estas consideraciones, la ejecución de una revisión sistemática resulta necesaria para comprender el estado actual del conocimiento sobre la relación entre inteligencia artificial generativa y pensamiento algebraico, donde este tipo de análisis permite superar la visión fragmentada de estudios individuales y construir una interpretación global sobre los enfoques predominantes, las herramientas empleadas, los resultados alcanzados y las áreas que todavía requieren investigación, contribuyendo además a identificar si las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial están orientadas realmente al desarrollo del razonamiento matemático o si permanecen limitadas a funciones de apoyo operativo, como la generación automática de ejercicios o la resolución de procedimientos.

Esta investigación busca, en consecuencia, revisar de manera sistemática la producción científica disponible sobre el uso de la inteligencia artificial generativa como apoyo al fortalecimiento del pensamiento algebraico. El análisis se orienta a identificar las principales aplicaciones educativas reportadas en la literatura, junto con los enfoques metodológicos utilizados y los aportes que los distintos estudios documentan al respecto. A partir de ahí atañe también reconocer los vacíos de investigación que subsisten en el área, de modo que sirvan como referencia para orientar futuras líneas de estudio dentro de la educación matemática.



2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de la investigación

Para desarrollar este estudio se optó por una revisión sistemática de literatura, con la intención de examinar la evidencia científica disponible en torno a la incorporación de inteligencia artificial generativa dentro del fortalecimiento del pensamiento algebraico. Este tipo de diseño metodológico ofrece una ventaja particular: permite reunir bajo un mismo procedimiento, ordenado y verificable, los hallazgos que distintos estudios previos han producido de manera independiente. Así se evita quedarse en la simple descripción de resultados sueltos, avanzando hacia una lectura integrada y comparativa de lo que ya se ha investigado sobre el tema. De acuerdo con Page et al. (2021), las revisiones sistemáticas requieren una planificación explícita de las fases de búsqueda, selección y análisis, con el propósito de reducir sesgos y garantizar la trazabilidad del proceso investigativo.

Page et al. (2021) son quienes proponen la declaración PRISMA 2020, un marco de referencia muy utilizado a la hora de ordenar la calidad metodológica y la forma de presentar revisiones sistemáticas, y fue justamente ese marco el que guió la estructura de esta revisión. Documentar cada decisión tomada durante la identificación, evaluación e inclusión de estudios que es lo que PRISMA permite hacer, de modo que cualquier otro investigador pueda seguir el mismo camino y llegar a resultados comparables. El carácter del enfoque fue cualitativo-descriptivo. No se buscó calcular un efecto estadístico combinado entre los estudios, sino más bien reconocer tendencias, características metodológicas y herramientas empleadas, además de los aportes educativos y los vacíos que todavía deja la literatura sobre inteligencia artificial generativa y aprendizaje del álgebra.

El enfoque adoptado fue de carácter cualitativo-descriptivo, debido a que la finalidad principal no fue establecer un efecto estadístico combinado, sino identificar tendencias, características metodológicas, herramientas utilizadas, aportes educativos y vacíos presentes en la literatura relacionada con la inteligencia artificial generativa y el aprendizaje del álgebra. En este sentido, la revisión buscó responder cómo se está investigando actualmente esta relación y cuáles son los desafíos que permanecen abiertos dentro del campo de la educación matemática.

2.2 Preguntas de investigación

Con el propósito de orientar la búsqueda y análisis de la información, se formularon las siguientes preguntas de investigación:

RQ1. ¿Cuáles son las características de las investigaciones científicas que han abordado el uso de inteligencia artificial generativa en el desarrollo del pensamiento algebraico?

RQ2. ¿Qué herramientas basadas en inteligencia artificial generativa han sido utilizadas en procesos educativos relacionados con el aprendizaje del álgebra?

RQ3. ¿Qué beneficios, limitaciones y desafíos reportan los estudios sobre la integración de inteligencia artificial generativa para fortalecer habilidades asociadas al pensamiento algebraico?

RQ4. ¿Qué vacíos de investigación persisten respecto a la aplicación educativa de modelos generativos en la enseñanza y aprendizaje del álgebra?

A partir de esas preguntas fue posible construir las categorías de análisis, agrupadas en torno al contexto educativo donde se sitúa cada estudio, sus características metodológicas, las tecnologías que se emplearon y finalmente los resultados principales que cada investigación reportó.

2.3 Estrategia de búsqueda y fuentes de información

La búsqueda bibliográfica se realizó mediante una estrategia estructurada destinada a localizar estudios relacionados con inteligencia artificial generativa y pensamiento algebraico. Para la búsqueda se consultaron bases de datos internacionales reconocidas por su cobertura científica, entre ellas Scopus, Web of Science Core Collection y ERIC. De manera complementaria, se realizaron búsquedas en plataformas editoriales como ScienceDirect y SpringerLink, así como en fuentes de alcance regional, entre las que se incluyeron SciELO, Redalyc y Dialnet., siempre que los documentos cumplieran con los criterios de pertinencia establecidos.

La búsqueda incorporó estudios provenientes de diferentes contextos geográficos con el propósito de obtener una visión amplia sobre la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática. Se consideraron, en primer lugar, investigaciones internacionales, dado el mayor desarrollo de evidencia científica existente en este campo; no obstante, también se incluyeron estudios latinoamericanos y ecuatorianos siempre que presentaran una relación directa con el objetivo de la investigación. Esta decisión metodológica respondió a la necesidad de interpretar la aplicación de estas



tecnologías tomando en cuenta las particularidades educativas de la región, entre ellas las condiciones de acceso tecnológico, la formación docente y las características propias de los sistemas educativos locales.

La ecuación de búsqueda fue construida mediante operadores booleanos y términos relacionados con las variables principales del estudio. Se utilizaron combinaciones en inglés debido a que constituye el idioma predominante en la literatura científica internacional:

(ChatGPT OR "large language models" OR "generative AI" OR "generative artificial intelligence")
AND ("early algebra" OR "algebra education" OR "algebraic thinking" OR "algebra learning") AND
(learner* OR student* OR teaching OR education)

Además, se realizaron ajustes específicos según las características de cada base de datos para ampliar la recuperación de estudios relevantes. La búsqueda consideró publicaciones comprendidas entre enero de 2020 y julio de 2026, periodo seleccionado debido al crecimiento acelerado de investigaciones relacionadas con modelos generativos después de la aparición pública de herramientas basadas en grandes modelos de lenguaje.

2.4 Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la pertinencia de los documentos seleccionados, se establecieron criterios previamente definidos. La selección consideró estudios que analizaran aplicaciones educativas de inteligencia artificial generativa, especialmente aquellos relacionados con aprendizaje matemático, razonamiento algebraico o procesos cognitivos asociados a la construcción de conceptos algebraicos.

Los criterios aplicados fueron los siguientes:

Tabla 1
Criterios de elegibilidad de los estudios

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Artículos científicos difundidos en revistas de carácter académico.	Documentos que no cuenten con proceso de revisión académica.
Estudios cuya publicación se sitúe entre los años 2020 y 2026.	Publicaciones que queden fuera del periodo temporal definido.

Investigaciones vinculadas con inteligencia artificial generativa, modelos de lenguaje o chatbots aplicados a la educación.	Estudios centrados únicamente en aspectos técnicos del desarrollo de algoritmos.
Trabajos que aborden la educación matemática, el álgebra o el razonamiento matemático.	Estudios sobre IA que no guarden relación con procesos educativos.
Estudios redactados en español o en inglés.	Documentos que no permitan el acceso al texto completo.
Investigaciones realizadas en contextos internacionales, latinoamericanos o ecuatorianos que ofrezcan evidencia sobre la aplicación educativa de la IA generativa en matemáticas.	Estudios que no guarden relación con contextos educativos o que no aporten información suficiente sobre el escenario de aplicación.

También se incorporaron investigaciones provenientes de distintas regiones geográficas, entre ellas Latinoamérica, ya que resultaba necesario mirar el fenómeno desde realidades educativas diversas y no solo desde un único contexto cultural. Sin embargo, la inclusión de un estudio estuvo determinada por su relación directa con el objetivo de investigación y no únicamente por su procedencia geográfica.

2.5 Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección de los estudios se desarrolló siguiendo las fases establecidas por la declaración PRISMA 2020, a saber: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión final. Gracias a esa estructura fue posible ordenar, con transparencia, todo el proceso de depuración de los registros obtenidos durante la búsqueda bibliográfica. Al mismo tiempo permitió fijar criterios consistentes a la hora de decidir qué investigaciones respondían realmente al objetivo trazado para la revisión. Tal como señalan Page et al. (2021), documentar cada etapa del proceso resulta fundamental para reducir posibles sesgos de selección y favorecer la reproducibilidad del estudio.

En la fase inicial se registraron todos los documentos recuperados desde las distintas fuentes de información seleccionadas. Estos resultados fueron posteriormente exportados a un gestor bibliográfico, con el propósito de identificar y eliminar los registros duplicados. Una vez realizada esta depuración, los estudios restantes se sometieron a una primera revisión mediante la lectura de títulos y resúmenes,

atendiendo a su relación con la inteligencia artificial generativa, la educación matemática y el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento algebraico.

Durante la fase de cribado se descartaron los documentos que, si bien incluían términos relacionados con inteligencia artificial o educación, no abordaban procesos de enseñanza y aprendizaje, no correspondían al nivel educativo definido o se centraban exclusivamente en aspectos técnicos del desarrollo de algoritmos, sin relación directa con contextos educativos. Gracias a esta etapa fue posible reducir progresivamente el conjunto inicial de documentos y concentrar el análisis en las investigaciones con mayor pertinencia temática.

Los estudios potencialmente relevantes fueron evaluados, a continuación, mediante la revisión de su texto completo. En esta fase se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión establecidos previamente, tomando en cuenta aspectos como la presencia explícita de herramientas de inteligencia artificial generativa, la relación con los procesos de aprendizaje matemático, la descripción metodológica del estudio y la disponibilidad de información suficiente para realizar la extracción de datos. Los artículos que no cumplieron con estos requisitos fueron excluidos, registrándose en cada caso la razón específica de su eliminación, con el fin de garantizar la transparencia del procedimiento.

Los estudios finalmente incluidos conformaron, así, la muestra documental empleada para el análisis cualitativo y la síntesis de resultados. Esta selección permitió identificar investigaciones provenientes de diferentes regiones geográficas, entre ellas estudios desarrollados en contextos latinoamericanos, siempre que guardaran correspondencia con los objetivos de la revisión. Tal decisión metodológica buscó equilibrar la evidencia internacional con la necesidad de comprender de qué manera la inteligencia artificial generativa comenzaba a incorporarse en sistemas educativos con características tecnológicas y pedagógicas diversas.

El proceso completo de identificación, selección e inclusión se presentará mediante un diagrama de flujo PRISMA 2020, en el cual se detallará el número de registros encontrados, los documentos eliminados por duplicidad, los estudios excluidos durante las fases de evaluación y la cantidad final de investigaciones consideradas para el análisis.

2.6 Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos

Antes de pasar al análisis final, los estudios seleccionados atravesaron una evaluación de calidad metodológica, paso pensado justamente para asegurar la rigurosidad de toda la revisión. Esta etapa permitió valorar la consistencia de la evidencia incluida y reconocer, al mismo tiempo, posibles limitaciones en el diseño, la ejecución o la interpretación de los resultados obtenidos.

Hong et al. (2018) son quienes desarrollan la Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), herramienta que se utilizó justamente en esta evaluación por su capacidad de analizar estudios con enfoques metodológicos distintos entre sí, ya sean cualitativos, cuantitativos o de métodos mixtos. Claridad del objetivo, coherencia entre metodología y preguntas de investigación, descripción del procedimiento, análisis de datos, correspondencia entre resultados y conclusiones: esos fueron los criterios que se tomaron en cuenta a lo largo de la evaluación.

Cabe señalar que dicha evaluación no se utilizó como criterio automático de exclusión, sino más bien como un mecanismo para interpretar la solidez de la evidencia disponible. Esta decisión respondió a que la investigación sobre inteligencia artificial generativa en educación matemática constituye un campo emergente, dentro del cual pueden existir estudios relevantes con limitaciones propias de etapas iniciales de desarrollo científico.

Asimismo, se registraron variables contextuales tales como país, nivel educativo, herramienta utilizada, enfoque metodológico y relación con el pensamiento algebraico, lo cual permitió identificar tendencias internacionales y reconocer la presencia de investigaciones provenientes de Latinoamérica.

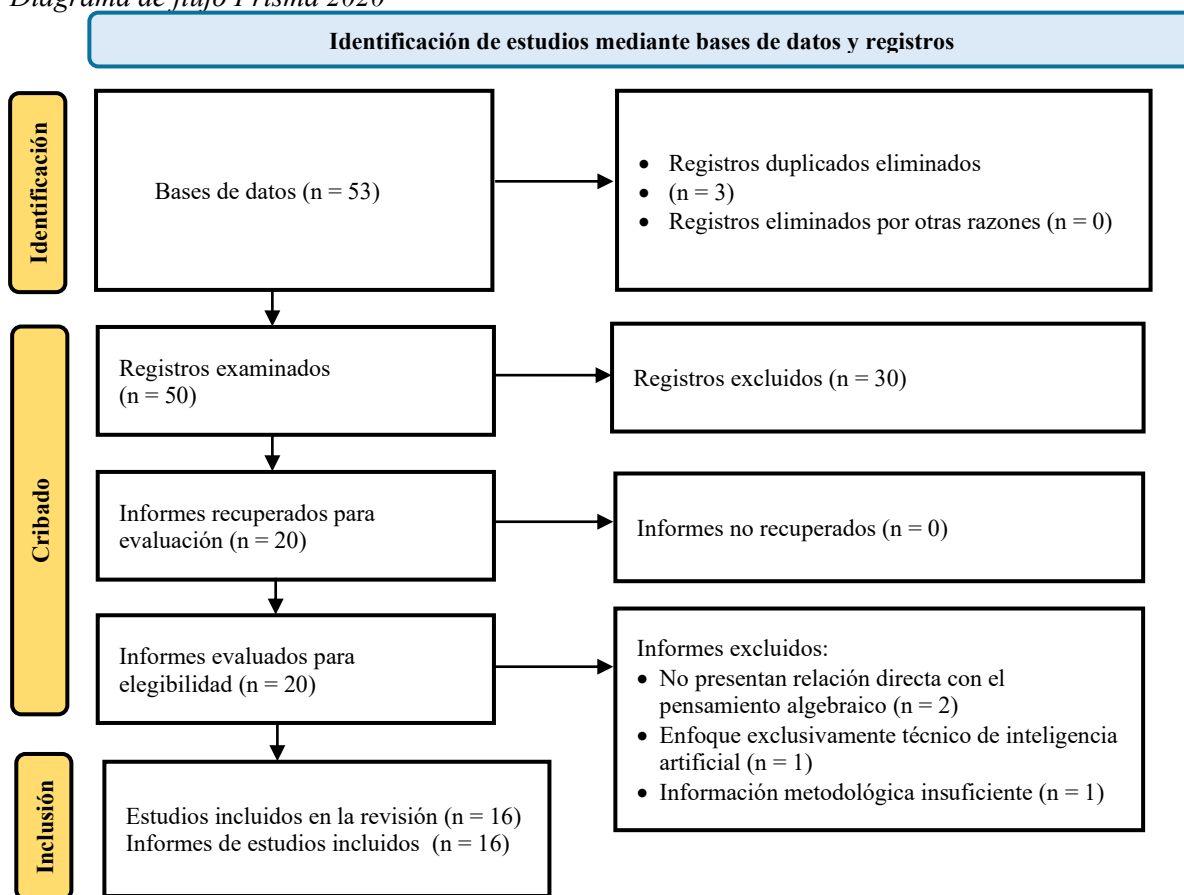
3. RESULTADOS

3.1 Proceso de selección de los estudios

La selección de los estudios se realizó siguiendo las fases establecidas por PRISMA 2020. El diagrama sintetizó el proceso de identificación, selección y exclusión de estudios realizado durante la revisión sistemática. En él se detallaron, asimismo, las etapas de búsqueda inicial, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión final de las investigaciones analizadas.



Figura 1
Diagrama de flujo Prisma 2020



Nota. El diagrama de flujo fue elaborado con base en las plantillas del protocolo PRISMA 2020. Dichas plantillas, se encuentran disponibles bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

La búsqueda inicial permitió identificar 53 registros relacionados con inteligencia artificial generativa, educación matemática y aprendizaje del álgebra. Tras eliminar 3 documentos duplicados, se obtuvieron 50 estudios para la fase de cribado mediante título y resumen, en esta fase se excluyeron 30 artículos. De este conjunto, 20 artículos fueron evaluados posteriormente mediante lectura completa, con el fin de comprobar su relación con el objetivo de la revisión, la aplicación educativa de la inteligencia artificial generativa y su aporte al aprendizaje matemático. Durante esta etapa se excluyeron 4 estudios, ya sea por no presentar relación directa con el pensamiento algebraico, por centrarse en aspectos técnicos de la inteligencia artificial o por no disponer de información metodológica suficiente.

Finalmente, 16 investigaciones cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y conformaron el corpus documental analizado en esta revisión sistemática. El proceso completo de identificación, selección e inclusión se presenta en el diagrama de flujo PRISMA 2020.

3.2 Características generales de los estudios incluidos

Los estudios incluidos evidenciaron un crecimiento reciente de la investigación sobre inteligencia artificial generativa aplicada a la educación matemática concentrándose principalmente en publicaciones realizadas entre 2024 y 2026, donde el corpus final estuvo conformado por investigaciones desarrolladas en distintas regiones con predominio de Estados Unidos, Asia y Europa, identificándose además aportes provenientes de Ecuador y de otros contextos latinoamericanos, lo que reflejó que la producción científica sobre inteligencia artificial generativa en matemáticas seguía concentrándose en buena medida en países con mayor desarrollo tecnológico mientras la evidencia regional apenas comenzaba a emerger a través de estudios exploratorios y de implementación educativa. El diseño metodológico mostró una diversidad bastante notable entre los estudios revisados. Predominaron los enfoques cuantitativos, tanto experimentales como cuasiexperimentales, mientras que las investigaciones cualitativas y de métodos mixtos aparecieron en segundo lugar, con menor frecuencia dentro del conjunto analizado. Esta variedad permitió analizar el fenómeno desde distintas perspectivas: en tanto los estudios experimentales examinaron los cambios producidos en el desempeño matemático y en la resolución de problemas, los estudios cualitativos, por su parte, hicieron posible comprender las formas de interacción de estudiantes y docentes con este tipo de herramientas.

La Tabla 2 reunió una síntesis de los estudios seleccionados, en la cual se consideraron autores, año, país, diseño metodológico, muestra, herramientas de inteligencia artificial empleadas y sus principales aportes al desarrollo del pensamiento algebraico. Dicha revisión, por su parte, posibilitó identificar tendencias, aplicaciones y hallazgos relevantes en torno al uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje matemático.

Tabla 2*Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática*

Nr o.	Autor (año)	País	Diseño del estudio	Participantes / muestra	Herramienta de IA	Principales aportes al pensamiento algebraico
1	Pardos y Bhandari (2024)	Estados Unidos	Experimental cuantitativo (diseño factorial 3×4 con asignación aleatoria)	274 estudiantes	ChatGPT	Evidenció que la IA generativa puede proporcionar pistas y retroalimentación durante la resolución de problemas, favoreciendo procesos de razonamiento matemático.
2	Yoon et al. (2024)	Corea del Sur	Cualitativo exploratorio o mediante entrevistas	3 estudiantes universitarios	ChatGPT	Analizó el uso de IA para demostraciones matemáticas, fortaleciendo argumentación, razonamiento deductivo y construcción de explicaciones.
3	Almarashi et al. (2024)	Internacional	Revisión sistemática PRISMA	31 estudios analizados	ChatGPT	Identificó aplicaciones de IA en resolución de problemas, aprendizaje personalizado y apoyo a contenidos matemáticos.
4	Wei (2024)	Estados Unidos	Estudio comparativo o mediante pruebas estandarizadas	Problemas matemáticos NAEP (grados 4, 8 y 12)	ChatGPT-4 y ChatGPT-4o	Mostró capacidades de los modelos generativos en tareas algebraicas y resolución simbólica.
5	Egara y Mosimege (2024)	Sudáfrica	Métodos mixtos secuenciales	80 docentes y 5 entrevistados	ChatGPT	Analizó percepciones docentes sobre el uso de IA para explicar conceptos matemáticos complejos.
6	Walkington (2025)	Estados Unidos	Revisión narrativa	Literatura especializada	IA generativa	Identificó oportunidades de la IA para tutoría, adaptación de tareas y apoyo al aprendizaje matemático.
7	Brasken et al. (2025)	Finlandia	Estudio de caso cualitativo	14 estudiantes de bachillerato	ChatGPT	Evidenció formas de uso de IA en álgebra y la necesidad de promover razonamiento autónomo.



8	Gouia-Zarrad y Gunn (2024)	Túnez/R eino Unido	Estudio aplicado	Estudiantes universitarios de ingeniería	ChatGPT	Mostró apoyo personalizado en resolución de problemas matemáticos.
9	Bastani et al. (2025)	Estados Unidos	Experimento de campo	Aproximadamente 1000 estudiantes	GPT-4	Encontró mejoras en desempeño matemático mediante orientación con IA, aunque advierte riesgo de dependencia.
10	Liu et al. (2025)	China	Cuasiexperimental	104 estudiantes de quinto grado	Sistema basado en ChatGPT	Reportó mejoras en comprensión conceptual y estrategias de resolución matemática.
11	Taani y Alabidi (2025)	Internacional	Estudio descriptivo mediante encuesta	109 docentes	ChatGPT	El uso de ChatGPT favoreció la generación de explicaciones, ejemplos y estrategias orientadas a la resolución de problemas matemáticos.
12	Jaramillo et al. (2026)	Ecuador	Mixto exploratorio	32 estudiantes universitarios	ChatGPT	Identificó beneficios y limitaciones de la IA en resolución matemática y pensamiento crítico.
13	Camas et al. (2025)	Ecuador	Mixto cuasiexperimental	120 estudiantes de bachillerato	ChatGPT y DALL·E	Evidenció mejoras asociadas al uso pedagógico de IA en aprendizaje matemático.
14	Vázquez Álvarez y Montenegro (2025)	Ecuador /Argentina	Cualitativo descriptivo longitudinal	Docentes en formación	IA generativa	Analizó diseño de tareas matemáticas mediadas por IA y desarrollo del pensamiento docente.
15	Macías et al. (2026)	Ecuador	Mixto descriptivo - correlacional	35 docentes	IA generativa mediante prompts	Evaluó condiciones docentes para integrar IA en planificación y enseñanza matemática.
16	Aguaguña et al. (2026)	Ecuador	Estudio cualitativo de caso	8 docentes de matemáticas	Herramientas generadas mediante IA	Analizó mediación docente y apoyo conceptual en álgebra y funciones.

Nota. Elaboración propia, a partir de la información extraída de los estudios incluidos en la revisión sistemática. La organización de los datos respondió, por su parte, al análisis de las características metodológicas, los participantes, las herramientas de inteligencia artificial generativa y los principales aportes reportados en cada investigación.



La herramienta Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) sirvió como base para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos, cuyos resultados quedaron expuestos en la Tabla 3. En este sentido, se analizaron los criterios de calidad según el tipo de diseño metodológico, lo cual permitió identificar el nivel de rigor, las fortalezas y las principales limitaciones de cada estudio.

Tabla 3

Evaluación de la calidad metodológica según MMAT

Nro	Autor (año)	Tipo de estudio evaluado	Criterios MMAT cumplidos	Observaciones metodológicas
1	Pardos y Bhandari (2024)	Cuantitativo experimental	5/5	Diseño experimental adecuado, muestra definida y análisis estadístico pertinente.
2	Yoon et al. (2024)	Cualitativo exploratorio	4/5	Existe coherencia entre el método, recopilación de datos e interpretación; limitada por el tamaño muestral reducido.
3	Almarashdi et al. (2024)	Revisión sistemática	5/5	Presenta estrategia de búsqueda estructurada, criterios de selección definidos y síntesis organizada de la evidencia disponible.
4	Wei (2024)	Cuantitativo descriptivo-comparativo	5/5	Utiliza instrumentos estandarizados y comparación objetiva del desempeño de modelos de IA en tareas matemáticas.
5	Egara y Mosimege (2024)	Métodos mixtos	5/5	Integra adecuadamente datos cuantitativos y cualitativos para analizar percepciones docentes.
6	Walkington (2025)	Revisión narrativa	3/5	Presenta análisis conceptual fundamentado sobre IA generativa en educación matemática; limitación por ausencia de protocolo sistemático de revisión.
7	Brasken et al. (2025)	Cualitativo estudio de caso	4/5	Contexto claramente definido y análisis interpretativo adecuado; limitada generalización por muestra pequeña.
8	Gouia-Zarrad y Gunn (2024)	Cuantitativo aplicado	4/5	Instrumentos definidos y análisis coherente con los objetivos del estudio.
9	Bastani et al. (2025)	Cuantitativo experimental	5/5	Diseño robusto, grupo comparativo y análisis estadístico adecuado para evaluar efectos de la intervención.
10	Liu et al. (2025)	Cuantitativo cuasiexperimental	5/5	Aplicación de pretest-postest, comparación entre grupos y



				evaluación de resultados educativos.
11	Taani y Alabidi (2025)	Cuantitativo descriptivo	3/5	Instrumento estructurado y análisis de percepciones; limitado por enfoque basado en autorreporte.
12	Jaramillo et al. (2026)	Métodos mixtos exploratorio	3/5	Diseño pertinente para explorar experiencias con IA; limitado por muestra reducida y contexto específico.
13	Camas et al. (2025)	Métodos mixtos cuasiexperimental	5/5	Combina medición de resultados y análisis cualitativo, permitiendo una interpretación amplia del fenómeno.
14	Vázquez Álvarez y Montenegro (2025)	Cualitativo longitudinal	4/5	Seguimiento del proceso formativo y análisis interpretativo consistente con los objetivos planteados.
15	Macías et al. (2026)	Métodos mixtos descriptivo-correlacional	4/5	Utiliza instrumentos definidos y análisis complementario entre datos cuantitativos y cualitativos.
16	Aguaguña et al. (2026)	Cualitativo estudio de caso	4/5	Presenta triangulación de información, entrevistas y codificación temática para interpretar los resultados.

Nota. Elaboración propia, a partir de la evaluación de los estudios incluidos mediante la herramienta Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT).

La Tabla 4 detalló los estudios excluidos tras la revisión del texto completo, junto con los motivos metodológicos que justificaron su descarte. Gracias a este proceso, se aseguró que las investigaciones incluidas mantuvieran relación directa con el objetivo de la revisión sistemática y cumplieran con los criterios de elegibilidad definidos.

Tabla 4*Estudios excluidos después de la revisión de texto completo*

Motivo de exclusión	Justificación metodológica
No relación directa con pensamiento algebraico	Algunos estudios analizaban inteligencia artificial en educación general, pero no abordaban procesos relacionados con álgebra, razonamiento algebraico, resolución de problemas matemáticos o construcción de relaciones matemáticas.
Enfoque exclusivamente técnico	Se excluyeron investigaciones centradas en el desarrollo, entrenamiento o evaluación computacional de modelos de inteligencia artificial sin analizar su aplicación en contextos educativos.
Uso de IA diferente a inteligencia artificial generativa	Se descartaron estudios sobre sistemas tutoriales inteligentes tradicionales, aprendizaje adaptativo o minería de datos educativa cuando no incorporaban modelos generativos como ChatGPT, GPT u otros modelos de lenguaje.
Estudios centrados únicamente en percepciones generales	Algunos trabajos exploraban opiniones sobre IA, aceptación tecnológica o actitudes docentes sin analizar procesos de enseñanza-aprendizaje matemático.
Ausencia de resultados educativos	Se excluyeron documentos que mencionaban IA generativa, pero no presentaban evidencia sobre aprendizaje, desempeño, razonamiento o interacción educativa.
Documentos sin revisión académica	Se descartaron informes, documentos divulgativos, capítulos no evaluados por pares o publicaciones sin metodología científica claramente descrita.
Falta de acceso al texto completo	Algunos registros fueron eliminados debido a que no permitían verificar metodología, participantes o resultados.
Publicaciones fuera del periodo establecido	Se excluyeron estudios previos al periodo definido (2020-2026), considerando que la investigación sobre modelos generativos tuvo mayor desarrollo después de la aparición de ChatGPT.

Nota. Elaboración propia, a partir del proceso de aplicación de los criterios de elegibilidad establecidos para la revisión sistemática. Los motivos de exclusión, cabe señalar, fueron determinados mediante el análisis del texto completo y la verificación de la pertinencia metodológica y temática de cada documento.

3.3 Categorías emergentes identificadas

La Tabla 5 presenta las categorías emergentes identificadas a partir del análisis de los estudios incluidos. Dicha información fue organizada y categorizada de acuerdo con las preguntas de investigación planteadas en la metodología, lo cual permitió establecer categorías de análisis derivadas de cada interrogante. En este sentido, tales categorías facilitaron la síntesis de las principales tendencias, herramientas utilizadas, beneficios, limitaciones y vacíos de investigación relacionados con el uso de inteligencia artificial generativa en el desarrollo del pensamiento algebraico.

Tabla 5

Categorías emergentes sobre el uso de IA generativa en pensamiento algebraico

Pregunta de investigación	Categorías de análisis derivadas	Estudios asociados	Principales hallazgos
RQ1. ¿Cuáles son las características de las investigaciones científicas que han abordado el uso de inteligencia artificial generativa en el desarrollo del pensamiento algebraico?	Características metodológicas de los estudios	Pardos y Bhandari (2024); Yoon et al. (2024); Almarashdi et al. (2024); Wei (2024); Egara y Mosimege (2024); Walkington (2025); Brasken et al. (2025); Gouia-Zarrad y Gunn (2024); Bastani et al. (2025); Liu et al. (2025); Taani y Alabidi (2025); Jaramillo et al. (2026); Camas et al. (2025); Vázquez Álvarez y Montenegro (2025); Macías et al. (2026); Aguaguiña et al. (2026)	Entre los estudios revisados, predominaron los enfoques cuantitativos y mixtos, mientras que las investigaciones de corte longitudinal aparecieron con menor frecuencia. La mayor parte de la producción se concentró en los niveles de educación superior y bachillerato. Para determinar la calidad metodológica de este conjunto de estudios, se recurrió al instrumento MMAT.
RQ2. ¿Qué herramientas basadas en inteligencia artificial generativa han sido utilizadas en procesos educativos relacionados con el aprendizaje del álgebra?	Herramientas y tecnologías de IA generativa utilizadas	Pardos y Bhandari (2024); Yoon et al. (2024); Wei (2024); Bastani et al. (2025); Liu et al. (2025); Taani y Alabidi (2025); Camas et al.	Las herramientas predominantes fueron ChatGPT, GPT-4, sistemas basados en ChatGPT, IA generativa mediante prompts y simuladores



		(2025); Macías et al. (2026); Aguaguiña et al. (2026)	matemáticos generados con IA.
RQ3. ¿Qué beneficios, limitaciones y desafíos reportan los estudios sobre la integración de inteligencia artificial generativa para fortalecer habilidades asociadas al pensamiento algebraico?	Retroalimentación, tutoría inteligente y resolución de problemas	Pardos y Bhandari (2024); Bastani et al. (2025); Liu et al. (2025); Gouia-Zarrad y Gunn (2024)	La IA proporciona orientación progresiva, retroalimentación y apoyo durante la resolución de problemas matemáticos.
	Argumentación, explicación y razonamiento matemático	Yoon et al. (2024); Brasken et al. (2025); Wei (2024)	Ayuda a estructurar explicaciones, examinar procedimientos y fomentar el pensamiento deductivo
	Personalización del aprendizaje y adaptación de actividades	Walkington (2025); Almarashdi et al. (2024); Taani y Alabidi (2025)	Facilita la adaptación de explicaciones, la generación de recursos y el ajuste de actividades conforme a las necesidades particulares de cada estudiante.
	Mediación docente y transformación de la práctica pedagógica	Egara y Mosimege (2024); Vázquez Álvarez y Montenegro (2025); Macías et al. (2026); Aguaguiña et al. (2026)	Resalta la importancia del rol docente para integrar la IA de manera crítica, pedagógica y contextualizada.
	Realidades de la región y vivencias pedagógicas ancladas en el entorno local.	Jaramillo et al. (2026); Camas et al. (2025); Vázquez Álvarez y Montenegro (2025); Macías et al. (2026); Aguaguiña et al. (2026)	Existen ciertos avances en la incorporación de la IA dentro de la educación matemática latinoamericana, aunque también dejan al descubierto desafíos vinculados a la infraestructura disponible, la formación docente y la adaptación curricular.
RQ4. ¿Qué vacíos de investigación persisten	Vacíos y desafíos de investigación	Conjunto de los 16 estudios	Se identifican pocos estudios centrados

respecto a la aplicación
educativa de modelos
generativos en la enseñanza
y aprendizaje del álgebra?

específicamente en
pensamiento algebraico,
escasa evidencia
longitudinal, muestras
reducidas y necesidad
de investigaciones que
evalúen efectos
sostenidos del uso de IA
generativa.

Nota. Elaboración propia, a partir del proceso de extracción, análisis y categorización de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Las categorías fueron construidas considerando las preguntas de investigación planteadas en la metodología y, en consecuencia, representaron una síntesis interpretativa de los hallazgos identificados en la literatura revisada.

3.4 Aplicaciones de la inteligencia artificial generativa en el pensamiento algebraico

La investigación analizada señala que las tecnologías de inteligencia artificial generativa se han empleado fundamentalmente como un recurso de asistencia al resolver problemas de matemáticas, destacando funciones como la provisión de explicaciones, el *feedback* al instante, la creación de ejemplos y el acompañamiento secuencial. Al respecto, Pardos y Bhandari (2024) apuntan que ChatGPT podía funcionar como un sistema de apoyo mediante pistas adaptativas, en tanto que Bastani et al. (2025) señalaron que los beneficios tendían a incrementarse cuando la interacción con la inteligencia artificial se orientaba hacia la guía del razonamiento y no únicamente hacia la entrega de respuestas.

En el campo específico del pensamiento algebraico, los aportes identificados se relacionaron con la comprensión de relaciones matemáticas, la elaboración de argumentos, la interpretación simbólica y la construcción de estrategias de resolución. Los estudios de Yoon et al. (2024) y de Brasken et al. (2025), por su parte, mostraron que la interacción con modelos generativos podía favorecer los procesos de explicación y reflexión matemática; no obstante, ambos advirtieron que un uso centrado exclusivamente en la obtención de soluciones podía terminar limitando la autonomía del estudiante.

3.5 Beneficios identificados en la literatura

Los beneficios reportados por los estudios pudieron agruparse en tres categorías principales: personalización del aprendizaje, retroalimentación inmediata y apoyo al razonamiento matemático. La capacidad de adaptar las explicaciones según las necesidades particulares del estudiante fue, entre estos,

uno de los aspectos más destacados, especialmente en aquellas investigaciones donde la inteligencia artificial se utilizó como una suerte de tutor conversacional.

En los contextos latinoamericanos analizados, por su parte, se identificaron aportes relacionados con la incorporación progresiva de estas herramientas en ambientes educativos reales. Los estudios desarrollados en Ecuador, en particular, mostraron que la inteligencia artificial generativa podía favorecer nuevas estrategias docentes orientadas a la planificación, la explicación de contenidos y el acompañamiento del aprendizaje matemático; aun así, se advirtió que todavía era necesario fortalecer la formación del profesorado y establecer orientaciones pedagógicas más claras.

3.6 Limitaciones y desafíos encontrados

A pesar de los resultados favorables, los estudios revisados coincidieron en señalar diferentes desafíos asociados al uso educativo de la inteligencia artificial generativa. Una preocupación recurrente correspondió al riesgo de dependencia tecnológica, particularmente en aquellos casos en que los estudiantes recurrían a la herramienta para obtener procedimientos completos sin llegar a analizar el proceso matemático involucrado.

Otro desafío identificado tuvo relación con la preparación docente. Al respecto, las investigaciones de Egara y Mosimege (2024), Macías et al. (2026) y Aguaguña et al. (2026) demostraron que un uso exitoso de la inteligencia artificial demanda habilidades pedagógicas específicas. Estas competencias deben orientar la planificación de tareas donde la herramienta funcione como un canalizador del razonamiento analítico, evitando que reemplace el esfuerzo intelectual del propio alumno.

3.7 Síntesis respecto al pensamiento algebraico

En conjunto, la evidencia analizada sugirió que la inteligencia artificial generativa poseía potencial para fortalecer dimensiones del pensamiento algebraico relacionadas con la generalización, la argumentación, la resolución de problemas y la comprensión conceptual. Los resultados, sin embargo, no permitieron afirmar que la herramienta produjera mejoras automáticas en el aprendizaje; su impacto, por el contrario, dependió en gran medida del diseño didáctico, del acompañamiento docente y del tipo de interacción que se promoviera con ella.

La revisión de la literatura permitió detectar, asimismo, una brecha significativa: pese a la abundancia de estudios centrados en inteligencia artificial y educación matemática, las investigaciones que midieran



de forma directa cambios en habilidades algebraicas específicas seguían siendo escasas. De ahí que resultara necesario impulsar investigaciones de carácter empírico enfocadas en comprender de qué modo estas herramientas podían favorecer el paso de procedimientos meramente mecánicos hacia formas de razonamiento matemático más profundas.

4. DISCUSIÓN

A partir de esta revisión se observa que la inteligencia artificial generativa ofrece un valor considerable para impulsar el pensamiento algebraico, sobre todo si se emplea como un recurso de guía y no como un reemplazo del criterio matemático. Los datos analizados indicaron que modelos como ChatGPT tenían la capacidad de favorecer distintos procesos: la resolución de problemas, la interpretación de expresiones matemáticas, la construcción de explicaciones y la retroalimentación a lo largo del aprendizaje.

Este hallazgo coincidió con lo reportado por Pardos y Bhandari (2024) y Bastani et al. (2025), quienes encontraron que la interacción con modelos generativos podía mejorar el desempeño matemático cuando la herramienta proporcionaba orientaciones progresivas en lugar de entregar únicamente respuestas finales. Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial funcionó como una suerte de apoyo cognitivo capaz de ampliar las oportunidades de práctica y reflexión del estudiante.

No obstante, los resultados también dejaron ver que la incorporación de estas tecnologías presentaba ciertas condiciones necesarias para generar beneficios educativos reales. El pensamiento algebraico, cabe recordar, implica procesos complejos como identificar patrones, establecer relaciones entre cantidades, justificar procedimientos y formular generalizaciones; por ello, que una herramienta generativa produjera una respuesta correcta no garantizaba, en sí mismo, que existiera comprensión matemática.

Los estudios cualitativos incluidos en esta revisión, entre ellos los desarrollados por Yoon et al. (2024) y Brasken et al. (2025), evidenciaron precisamente esta situación. Si bien los estudiantes podían utilizar la inteligencia artificial para elaborar demostraciones o resolver actividades algebraicas, existía el riesgo de una interacción superficial cuando la herramienta se empleaba únicamente para obtener soluciones rápidas, lo cual planteó la necesidad de diseñar actividades en las que el estudiante analizara, cuestionara y transformara la información generada por la inteligencia artificial.



El papel del docente resultó determinante: la integración efectiva de la inteligencia artificial generativa dependió, según los resultados, de las competencias pedagógicas del profesorado. Egara y Mosimege (2024), Macías et al. (2026) y Aguaguña et al. (2026) coincidieron en un punto — los docentes necesitaban criterios claros para elegir herramientas, diseñar actividades pertinentes y validar las respuestas que arrojaba la inteligencia artificial. En Ecuador y en el resto de Latinoamérica esto cobró un peso particular, dado que la incorporación de estas tecnologías apenas comenzaba. Las experiencias ecuatorianas identificadas mostraron cierto potencial en planificación docente, resolución de problemas y apoyo al aprendizaje matemático. No todo fue positivo, sin embargo: la formación del profesorado, el acceso tecnológico y la falta de modelos pedagógicos específicos para IA generativa en matemáticas siguieron siendo puntos débiles.

También llamó la atención la concentración geográfica de la evidencia. Casi toda la producción científica revisada provino de Estados Unidos, Europa y Asia; lo latinoamericano quedó representado apenas en una fracción menor. Esa distribución dejó una brecha investigativa nada menor, porque impidió comprender con claridad cómo funcionan estas herramientas en sistemas educativos con condiciones institucionales, culturales y tecnológicas muy distintas a las de esos contextos.

Y aunque, en términos generales, la literatura mostró resultados favorables, quedaron interrogantes sobre el impacto real de la IA generativa en habilidades algebraicas puntuales. La mayoría de los estudios se centró en el desempeño matemático general, en la percepción de los usuarios o en la aceptación tecnológica de estas herramientas. Fueron pocos, en cambio, los que profundizaron en cambios concretos sobre capacidades como la generalización algebraica, el razonamiento simbólico o la comprensión de estructuras matemáticas.

Por esta razón, se consideró que futuras investigaciones debían orientarse hacia estudios longitudinales y diseños experimentales enfocados directamente en el pensamiento algebraico. Resultaba necesario, asimismo, ampliar la investigación en países latinoamericanos, en particular en Ecuador, con el propósito de comprender cómo estas herramientas podían incorporarse tomando en cuenta las características reales de los estudiantes, los docentes y los contextos educativos correspondientes.

En resumen, los datos analizados indican que la inteligencia artificial generativa constituye un recurso valioso para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito algebraico, siempre que su



incorporación cuente con el respaldo de una guía pedagógica pertinente. Su verdadera aportación educativa no radica en la simple emisión de respuestas, sino en su aptitud para estimular el análisis, la reflexión y la elaboración activa de saberes matemáticos.

5. CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática analizó el estado del arte de la investigación centrada en la utilización de la inteligencia artificial generativa como potenciadora del pensamiento algebraico. Los investigadores que han analizado trabajos sobre el asunto detallado han notado que estas tecnologías se han usado en acción prioritaria como mecanismos de soporte que resuelven problemas, dan explicaciones, ofrecen respuestas instantáneas y guían el razonamiento matemático.

Con base en las evidencias resultantes del estudio, se pudo evidenciar que la inteligencia artificial generativa adquiere un importante valor para favorecer dinámicas propias del pensamiento algebraico, principalmente en el sentido de comprensión de relaciones matemáticas, lectura de expresiones simbólicas, argumentación y diseño de recorridos de resolución. No obstante, los datos mostraron que estos beneficios no venían dados por la propia capacidad tecnológica de los modelos generativos, sino, sobre todo, por la forma en la que se integran en experiencias de aprendizaje debidamente estructuradas. La revisión detectó, además, que los efectos positivos referidos en la literatura ocurren normalmente cuando la IA actúa como un recurso orientador y andamiaje, es decir, cuando proporciona pistas, preguntas y explicaciones que le permiten al estudiante reflexionar sobre sus propios procedimientos. En contraste, diferentes estudios advertían que un uso centrado solo en la búsqueda de respuestas podría impulsar la dependencia tecnológica y con ella, el freno del desarrollo de capacidades como la argumentación, la autonomía y la comprensión de los conceptos algebraicos.

Los datos también confirmaron que el profesor tiene una función insustituible en la incorporación educativa de esta tecnología. La literatura analizada ha señalado que la formación docente, el diseño de actividades matemáticas y la capacidad de orientar el análisis crítico de las respuestas generadas son factores determinantes a la hora de lograr un uso pedagógico de las mismas.

La investigación científica en el mundo sobre el uso de los cinco sentidos (vista, olfato, gusto, oído y tacto) está identificando que la mayoría de estudios en Estados Unidos, Europa y Asia. En tanto que los estudios latinoamericanos y ecuatorianos todavía constituyen una parte bastante baja.



Este escenario muestra la necesidad de dar un salto a espacios pedagógicos heterogéneos para ver cómo los dispositivos institucionales, tecnológicos y socio-culturales condicionan la integración de la inteligencia artificial generativa en la clase de álgebra.

Por el contrario, a pesar de que las evidencias muestran luces verdes sobre la implementación de estas estrategias en la enseñanza de la matemática, aún hay vacíos críticos, como el no seguimiento a largo plazo, el no análisis de competencias algebraicas específicas y la inexistencia de diseños experimentales que evalúen la efectividad real de las estrategias. Por lo tanto, se espera que, en futuras investigaciones, se articulen propuestas didácticas complementadas con tecnología que promuevan la construcción activa de saberes y el desarrollo del razonamiento algebraico, sin dejar de considerar al docente como pivote del proceso.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguaguña, E. F., Fierro Barrera, G. T., Llerena Culcay, C. F., Palacios Morales, M. P., & Chinachi Aman, E. J. (2026). Mediación docente en el uso de simuladores matemáticos generados mediante inteligencia artificial: Un estudio cualitativo en el nivel de Bachillerato. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 3(2). <https://doi.org/10.70625/rlce/732>
- Almarashdi, H. S., Jarrah, A. M., Abu Khurma, O., & Gningue, S. M. (2024). Unveiling the Potential: A Systematic Review of ChatGPT in Transforming Mathematics Teaching and Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/15739>
- Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic Bias in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 1052–1092. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., & Mariman. (2025). Unbounded Generative AI Can Harm Learning: Evidence from High School Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 122(26). <https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122>
- Benavides, N. A., Navarrete Villavicencio, M. V., Merino Córdova, P. A., Estupiñán Cox, B. F., & Cuero Sánchez, F. V. (2026). Inteligencia Artificial Generativa y Aprendizaje de Matemáticas



- en Educación Superior: Una Revisión Sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22374
- Brasken, M., Berts, K.-E., Wallin, S., & Frilund, S. (2025). Students' Use of ChatGPT in an Algebra Class: A Case Study on Prompts and Attitudes. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 13(1). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.13.1.2877>
- Camas, R. F., Cislema Rivera, A. D., Mañay Mena, G. P., Viñan Viñan, A. P., & Lasso Robalino, L. A. (2025). Uso de Inteligencia Artificial Generativa (ChatGPT, DALL·E) como Herramienta de Apoyo en Procesos Educativos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18585
- Coles, A., & Ahn, A. (2022). Developing Algebraic Activity Through Conjecturing About Relationships. *ZDM – Mathematics Education*, 54. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01420-z>
- Egara, F. O., & Mosimege, M. (2024). Exploring the Integration of AI-Based ChatGPT in Mathematics Education: Perceptions, Challenges, and Implications for Educators. *Education Sciences*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/educsci14070742>
- Gouia-Zarrad, R., & Gunn, C. (2024). Enhancing Students' Learning Experience in the Mathematics Classroom Through ChatGPT. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(4).
- Grassini, S. (2023). Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of Artificial Intelligence and ChatGPT in Educational Settings. *Education Sciences*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/educsci13070692>
- Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M.-P., Griffiths, F., Nicolau, B., O'Cathain, A., Rousseau, M.-C., & Vedel, I. (2018). *Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), Version 2018: User Guide*. McGill University. <https://mixedmethodsappraisaltoolpublic.pbworks.com/>
- Jaramillo, A. A., Reyes Wagnio, M., & Rumbaut Rangel, D. (2026). Análisis Exploratorio de los Riesgos y Beneficios del Uso de Inteligencia Artificial en la Resolución de Ejercicios

- Matemáticos en Estudiantes de Educación Superior. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, 43. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20437924>
- Kaput, J. J. (2008). What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning? En J. J. Kaput, D. W. Carraher, & M. L. Blanton, *Algebra in the Early Grades* (págs. 5–17). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kasneji, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., & Pfeffer, J. (2023). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Levin, M., & Walkoe, J. (2022). Seeds of Algebraic Thinking: A Knowledge in Pieces Perspective on the Development of Algebraic Thinking. *ZDM – Mathematics Education*, 54(1303–1314). <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01374-2>
- Liu, J., Sun, D., Sun, J., Wang, J., & Yu, P. L. (2025). Designing a Generative AI Enabled Learning Environment for Mathematics Word Problem Solving in Primary Schools: Learning Performance, Attitudes and Interaction. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100438>
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Macías, J. C., Zambrano Mendoza, J. A., Reyes Wagnio, M. F., & Rumbaut Rangel, D. (2026). Estrategia Pedagógica con Prompts Avanzados de Inteligencia Artificial para Fortalecer las Prácticas Docentes de Asignaturas de Matemáticas en Ecuador. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, 44, 267–276. https://fs.unm.edu/NCML_2/index.php/NCML/article/view/115
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., &

- Hróbjartsson. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pardos, Z. A., & Bhandari, S. (2024). ChatGPT-Generated Help Produces Learning Gains Equivalent to Human Tutor Help in Mathematics Skills. *PLOS ONE*, v(5), 19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304013>
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Taani, O., & Alabidi, S. (2025). ChatGPT in Education: Benefits and Challenges of ChatGPT for Mathematics and Science Teaching Practices. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 56(9). <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2357341>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the Devil Is My Guardian Angel: ChatGPT as a Case Study of Using Chatbots in Education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Vázquez, A., & Montenegro, F. G. (2025). Idoneidad Didáctica en Tareas Matemáticas Mediadas por Inteligencia Artificial Generativa: Aportes del Enfoque Ontosemiótico a la Formación Docente. *Nobilis*, 2(2). <https://nobilis.ube.edu.ec/index.php/nobilis/article/view/46>
- Vlassis, J., & Demonty, I. (2022). The Role of Algebraic Thinking in Dealing with Negative Numbers. *ZDM – Mathematics Education*, 54, 1243–1255. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01402-1>
- Walkington, C. (2025). The Implications of Generative Artificial Intelligence for Mathematics Teaching. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.18356>
- Wei, X. (2024). Evaluating ChatGPT-4 and ChatGPT-4o: Insights into Performance from Solving NAEP Mathematics Problems. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1452570>
- Yoon, H., Hwang, J., Lee, K., Roh, K. H., & Kwon, O. N. (2024). Students' Use of Generative Artificial Intelligence to Prove Mathematical Statements. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 1531–1551. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01648-7>



Zawacki-Richter, O., Bai, J. Y., Lee, K., Slagter van Tryon, P. J., & Prinsloo, P. (2024). New Advances in Artificial Intelligence Applications in Higher Education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00461-2>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education – Where Are the Educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

