



Un panorama de usos de la inteligencia artificial en la educación en estadística

Michael Andrés Barreto Pinilla

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Matemáticas

Director:

Mag. César Guillermo Rendón Mayorga

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Matemáticas

Bogotá, D. C.

2026

Dedicatoria

A los que siempre estuvieron
pero ya no están,
mi compañero de vida Bigotes,
Abuelo Vicente y jefe Reyes,
esto es por ustedes.
«El sol tendrá que salir»

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a quienes acompañaron este proceso. Cuando comencé esta investigación prometí que mi gato Bigotes estaría en este trabajo de grado, por acompañarme en cada una de esas noches resolviendo ejercicios, cuando pensaba que no podría más. Para mi compañero de vida, así ya no esté: ¡lo logramos!

A mi familia por preguntarme, preocuparse y animarme en cada reunión familiar, en cada Navidad, en cada almuerzo organizado por la abuela. Pero, en especial, a mis dos hermanos por ser mi guía; a Celeste por darme una razón para cada día ser mejor como tío y como persona. A mamá por cada almuerzo empacado en la madrugada, por cada ánimo, por cada preocupación y por reírse con cada amigo o amiga que llevé a casa, a quienes siempre presenté destacando que ella era la persona más importante. A papá por comprarme mi primer tablero y ser ese apoyo incondicional. Soy el orgullo de papá y la resiliencia de mamá.

La cima sería solitaria si no hubiera conocido personas tan increíbles por el camino; podría escribir un libro de cada uno y, aun así, se quedaron con alguien tan simple como soy.

Mafe, José, Aura, Keanu, Brandon: ustedes fueron los primeros en confiar, incluso cuando ni yo lo hacía. Agradezco a la vida por juntarnos y poder crecer juntos estos años. Me enseñaron a creer, confiar, disfrutar, hablar, cantar, gritar, bailar, a pensar diferente. Cosas que nunca olvidaré.

Con Daniel y Juan V. siempre podré hablar un rato; ellos siempre tuvieron tiempo para mí, para escucharme, aconsejarme, acompañarnos en nuestros problemas. Lo mínimo que podía hacer era dedicarles una línea para decirles gracias.

Siempre pude confiar en que cuando no me saliera ni una mínima sonrisa, podría contar con Juan C., Cesarín y Stiven para reírme cuando no podía; me ayudaron a entender esa nueva faceta mía que no entendía.

A mis amigos de toda la vida: a Sebas, por ser ese amigo incondicional que siempre debe estar en mi vida, desde el plan más simple hasta ser el padrino de mi boda. A Anderson, Damián, Max, Galindo, Vargas y su hijo Mateo, por escucharme, aunque no me entendieran del todo, pero con quienes podíamos reírnos y no sentirnos solos. A Kevin que, aun a lo lejos, me ayudó y acompañó cuando lo necesité. Infinitas gracias.

No mencioné a alguien anteriormente porque requiere una mención especial desde todo mi corazón, porque cumple todo lo mencionado y porque estuvo toda la carrera acompañándome, creciendo conmigo. No se fue a pesar de todo lo complicado que puedo llegar a ser. La admiro mucho; trabajó mucho por esto y fue un ejemplo a seguir varias veces durante este proceso. No podría escoger una mejor compañera para reír, llorar, discutir, trabajar, vivir esta etapa de nuevo. Le debo mucho a Laura; está destinada al éxito y espero poder acompañarla más tiempo.

Agradezco a mis profesores, empezando por la profesora Myriam Rodríguez, que, desde su primera clase en primer semestre hasta las últimas, me impulsó a pensar diferente, escuchándome y exigiéndome para formarme como un profesor con una postura crítica y un conocimiento inmensurable.

Al profe Alejandro Sánchez, porque cada vez que estuve a punto de rendirme él estuvo ahí para llamarme «colega». Fue el que me hizo creer profe, el que me enseñó que todo conocimiento es insignificante si detrás no hay un profesor que escuche al estudiante. Cuando sea grande quiero ser como él.

El profesor César Rendón fue indispensable en este trabajo, tiene un conocimiento muy amplio en la investigación y la estadística, por lo que sus aportes y acompañamiento fueron vitales en este proceso. Con su acompañamiento en momentos difíciles, buscando soluciones oportunas, fue y siempre será grato trabajar con él.

A la Universidad Pedagógica Nacional, mi alma máter, por levantarme, abrazarme y cambiarme para siempre, por ayudarme a ser ese profesor que desde pequeño soñé ser.

Este logro no es solo mío sino de mis profesores por su hermosa vocación en esta profesión, de mi familia por darme estas oportunidades, de mis amigos por nunca dejarme caer en el proceso, pero también, de manera muy personal, por mí mismo, por nunca rendirme por difícil que fuera la situación. Gracias.

Resumen

En este trabajo se analiza el papel de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística a partir de una revisión de alcance (*scoping review*). En un contexto educativo mediado cada vez más por tecnologías digitales emergentes, resulta fundamental comprender cómo estas herramientas se incorporan a los procesos formativos en educación estadística y cuáles son sus principales aportes, limitaciones y desafíos. Metodológicamente, la investigación se desarrolló bajo un enfoque documental, siguiendo los lineamientos para revisiones de alcance propuestos por Mak y Thomas (2022).

El análisis de los documentos seleccionados evidenció una tendencia creciente en el uso de herramientas basadas en IA en la educación estadística, con un predominio de modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM) y una concentración de las experiencias en el nivel universitario, en contraste con una menor presencia en la educación básica y media. Como limitaciones recurrentes, se identifican la falta de precisión en las respuestas de la IA, los sesgos algorítmicos, la brecha digital, la dependencia tecnológica y la insuficiente formación docente para una integración pedagógica significativa.

Se concluye que la IA representa una oportunidad significativa para transformar la enseñanza de la estadística, siempre que su incorporación esté mediada por criterios pedagógicos claros, una postura crítica y reflexiva, y un sentido ético por parte del profesor. Finalmente, se reconocen vacíos relevantes en la literatura, particularmente en contextos escolares y en los procesos de formación inicial de futuros profesores de matemáticas.

Palabras clave: inteligencia artificial; educación estadística; revisión de alcance.

Abstract

This study aims to analyze the role of artificial intelligence (AI) in the teaching and learning of statistics through a scoping review. In an educational context increasingly mediated by emerging digital technologies, it is essential to understand how these tools are being incorporated into educational processes in statistics education and what their main contributions, limitations, and challenges are. Methodologically, the research was conducted using a documentary approach, following the scoping review guidelines proposed by Mak and Thomas (2022).

The analysis of the selected documents revealed a growing trend in the use of AI-based tools in statistics education, with a predominance of large language models and a concentration of experiences at the university level, compared to a lower presence in primary and secondary education. Recurring limitations include the accuracy of AI-generated responses, algorithmic bias, the digital divide, technological dependence, and insufficient teacher training for meaningful pedagogical integration.

It is concluded that AI represents a significant opportunity to transform the teaching of statistics, provided that its use is guided by clear pedagogical criteria, a critical and reflective perspective, and an ethical awareness on the part of teachers. Relevant gaps in literature are identified, particularly in school contexts and in the initial training of future mathematics or statistics teachers.

Keywords: artificial intelligence; statistics education; scoping review.

Tabla de contenidos

1. Preliminares	9
1.1 Introducción	9
1.2 Antecedentes	11
1.2.1 Trayectoria de la tecnología en la enseñanza de la matemática y la estadística	12
1.2.2 Revisiones recientes sobre IA en educación matemática y estadística	13
1.2.3 Experiencias empíricas de uso de la IA en el aula de matemáticas	14
1.3 Problemática y pregunta de indagación	18
1.4 Objetivos	22
2. Marco de referencia	24
2.1 Inteligencia artificial	24
2.1.1 ¿Qué es la IA?	24
2.1.2 ¿Para qué sirve la IA?	27
2.1.3 ¿Por qué se creó la IA?	27
2.1.4 ¿De qué se compone la IA?	27
2.2 Clasificación de la IA	28
2.3 Margen de error de la IA	29
2.4 Implicaciones éticas de la IA en educación	31
3. Aspectos metodológicos	33
3.1 Fases de la revisión de alcance	34
3.2.1 Identificación de la pregunta de indagación	35
3.2.2 Identificación de estudios relevantes	36
3.2.3 Selección de estudios	42
3.2.4 Extracción y organización de la información	42
3.2.5 Análisis, síntesis y reporte de resultados	43
3.2.6 Consulta con partes interesadas	44
3.3 Resultados de la búsqueda por fuente consultada	44
3.4 Análisis	49
3.4.1 Análisis descriptivo	49
3.4.2 Sistematización y análisis comparativo de los estudios	51
4. Resultados	72
4.1 Análisis del Nivel Educativo	72
4.2 Análisis de Palabras Clave	74

4.3 Análisis del Tipo de IA	76
4.4 Análisis de Contenido	78
4.5 Análisis integral de tendencias, aportes y vacíos en los estudios revisados.....	84
5. Conclusiones	87
Referencias	93

1. Preliminares

1.1 Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha pasado en menos de una década a constituirse en una presencia cotidiana en múltiples esferas de la vida: la salud, el trabajo, la comunicación y, de manera creciente, la educación. La aparición y popularización de modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM, por sus siglas en inglés), como ChatGPT desde finales de 2022, marcó un punto de inflexión particularmente significativo para el ámbito educativo, en tanto puso al alcance de profesores y estudiantes herramientas capaces de generar textos, resolver problemas, explicar conceptos y producir código en lenguaje natural. Este fenómeno ha transformado en muy poco tiempo las prácticas de estudio y de enseñanza en todos los niveles del sistema educativo, abriendo a la vez oportunidades pedagógicas inéditas y debates urgentes sobre integridad académica, autonomía del aprendizaje, equidad y formación docente.

En el contexto educativo colombiano, este escenario adquiere matices particulares. Por un lado, el sistema escolar enfrenta brechas históricas de acceso a recursos tecnológicos y de conectividad que limitan una incorporación equitativa de herramientas digitales. Por otro lado, el documento CONPES 4144 sobre Política Nacional de Inteligencia Artificial (Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES], 2025) reconoce explícitamente la importancia de avanzar hacia una integración ética y pedagógicamente fundamentada de la IA en los procesos formativos. Esto confirma que se trata de un tema con relevancia política y social, y no solo académica. En este escenario, los profesores de matemáticas en formación inicial se enfrentan al reto de comprender qué es la IA, qué posibilidades y riesgos plantea y cómo puede integrarse en sus futuras prácticas docentes.

Esta discusión adquiere una densidad particular en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística y la probabilidad. La literatura especializada en educación estadística (v. g., Batanero et al., 2013; González et al., 2020; Chaves-Esquivel, 2025) ha señalado de manera reiterada que estas áreas han tenido históricamente una presencia limitada en los currículos escolares, con un énfasis marcado en procedimientos mecánicos antes que en la interpretación crítica de datos y el desarrollo del razonamiento probabilístico. Esta situación contrasta con la creciente importancia social de la estadística en un mundo en el que las decisiones públicas y privadas se toman, cada vez más, a partir del análisis de grandes volúmenes de información. La irrupción de la IA, lejos de ser un asunto periférico, replantea de manera estructural el qué, cómo y para qué de la educación estadística escolar: posibilita nuevas formas de personalización del aprendizaje, de visualización y de exploración de datos reales, pero también exige que los estudiantes desarrollen capacidades críticas para interactuar con sistemas cuyas respuestas no siempre son precisas ni neutrales (Pardos y Bhandari, 2024; Loján et al., 2024).

A pesar del crecimiento sostenido de la producción académica sobre IA, la literatura especializada sobre su uso específico en la enseñanza de la estadística sigue siendo incipiente, particularmente en los niveles escolares y en los procesos de formación docente. Una revisión preliminar del repositorio institucional de la Universidad Pedagógica Nacional [UPN] muestra, además, que hasta la fecha de elaboración de este documento no se han desarrollado trabajos de grado que aborden directamente esta intersección, lo que ratifica la pertinencia de este trabajo.

En este marco, el presente trabajo de grado tiene como propósito realizar una revisión de alcance (*scoping review*) sobre el uso de la IA en la enseñanza de la estadística

en el contexto escolar, con especial atención a las implicaciones para la formación de futuros profesores de matemáticas¹. A través de la sistematización y el análisis de investigaciones recientes, se busca identificar las oportunidades, limitaciones y tendencias que caracterizan la integración de estas herramientas en los procesos educativos, aportando elementos que orienten futuras prácticas pedagógicas y abran nuevas líneas de investigación en este campo.

El documento se organiza en cinco capítulos. El primero presenta los aspectos preliminares: introducción, antecedentes y objetivos. El segundo desarrolla el marco de referencia, abordando qué es la IA, sus clasificaciones, su margen de error, sus implicaciones éticas en educación y experiencias empíricas de uso en aulas de matemáticas. El tercero describe los aspectos metodológicos, presentando la revisión de alcance como enfoque, sus fases y los criterios de selección de los documentos. El cuarto expone los resultados de la sistematización y el análisis interpretativo de los hallazgos. Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones del trabajo y las recomendaciones para futuras investigaciones y prácticas pedagógicas en el campo de la educación estadística mediada por IA.

1.2 Antecedentes

Esta sección presenta los antecedentes investigativos del trabajo de grado. Recoge revisiones recientes de la literatura (revisiones sistemáticas, revisiones de alcance y síntesis cualitativas) que abordan el uso de la IA en la educación matemática y, en algunos casos,

¹ Aunque se emplea la expresión «profesores de matemáticas», se hace referencia indistintamente también a los profesores de estadística. Esto en razón a que históricamente la estadística ha sido parte de las matemáticas en el contexto de la escuela.

de manera específica en la educación estadística, con el fin de identificar trabajos cuyos objetivos y enfoques metodológicos guardan relación directa con los del presente estudio, así como de reconocer de manera panorámica el estado actual de la investigación en el campo.

1.2.1 Trayectoria de la tecnología en la enseñanza de la matemática y la estadística

El interés por integrar tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas y la estadística no es nuevo. McNamara (2016) ofrece un panorama amplio de las herramientas computacionales utilizadas tanto para aprender como para «hacer» estadística, desde calculadoras gráficas y hojas de cálculo hasta software de programación, evidenciando que el análisis de datos ha trascendido el cálculo manual para apoyarse en entornos computacionales cada vez más sofisticados.

En el contexto colombiano, Andrade-Escobar et al., (2017), presentaron un panorama de la investigación en educación estadística a partir del análisis de 129 tesis doctorales producidas entre 2000 y 2014 a nivel internacional. Sus hallazgos evidencian que, si bien existe una amplia producción académica en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la estadística (con énfasis en la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadístico), la formación inicial de profesores en esta área y la integración de tecnologías digitales constituyen aún líneas insuficientemente exploradas, particularmente en el contexto latinoamericano.

Este antecedente sitúa al presente trabajo de grado en una línea de investigación reconocida dentro de la propia UPN y muestra cómo la incorporación de herramientas digitales puede transformar los procesos de aprendizaje matemático en el contexto colombiano. Sobre esta trayectoria, el auge reciente de la IA ofrece nuevas oportunidades

pedagógicas que pueden enriquecer estas experiencias, al permitir niveles de personalización, retroalimentación e interacción con datos que no eran posibles con tecnologías anteriores.

1.2.2 Revisiones recientes sobre IA en educación matemática y estadística

En los últimos años, la utilización de la IA ha comenzado a transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y la estadística, así como las prácticas de formación docente en estas áreas. Diversas revisiones sistemáticas muestran que la IA ofrece oportunidades relevantes para la educación, entre las que se destacan la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y el acompañamiento a través de sistemas de tutoría inteligente. En este sentido, Panquehuan y Huincahue (2024) identificaron 29 estudios que documentan aplicaciones de la IA en la educación matemática, lo que evidencia un crecimiento sostenido del interés académico por esta relación.

Por su parte, en el artículo *The Role of AI in Enhancing Statistical Literacy: A Systematic Review in Education*, Hariyanti et al. (2025), señalan que la IA contribuye al aprendizaje estadístico en tres dimensiones fundamentales: comprensión conceptual, habilidades de análisis de datos y pensamiento crítico. Asimismo, Meylani (2024), a partir de una síntesis cualitativa de la literatura especializada, documenta que la IA mejora la formación docente mediante trayectorias de aprendizaje personalizadas, el fomento del pensamiento crítico y el apoyo al desarrollo profesional continuo. No obstante, el estudio también identifica una brecha significativa en la preparación del profesor, particularmente

en el desarrollo de la alfabetización en IA y en la integración efectiva de estas herramientas en las prácticas de aula.

Sin embargo, también se han identificado desafíos significativos en este proceso. Entre ellos, se destacan la resistencia de los profesores ante el cambio tecnológico, la falta de formación específica sobre el uso pedagógico de la IA y la necesidad de garantizar que los estudiantes desarrollen pensamiento crítico y autonomía intelectual, en lugar de depender de estas herramientas para la resolución de tareas (v. g., Ellis y Slade, 2023; Pepin et al., 2025). En cuanto al papel del profesor frente a la IA, aunque muchos profesores reconocen su importancia como recurso educativo, una proporción considerable no la emplea en sus clases debido a la falta de información o a la desconfianza respecto a la precisión de sus respuestas (Meylani, 2024).

1.2.3 Experiencias empíricas de uso de la IA en el aula de matemáticas

Además de las revisiones de literatura reseñadas, los antecedentes del presente trabajo incluyen experiencias empíricas de uso de la IA en aulas concretas de matemáticas. Se trata de estudios de caso, estudios cuasiexperimentales y experiencias didácticas que recogen datos primarios sobre la interacción de estudiantes y profesores con herramientas de IA, y que aportan evidencia situada sobre el potencial y las limitaciones pedagógicas de su uso. Aunque estas experiencias no se enmarcan exclusivamente en la educación estadística, ofrecen referentes valiosos sobre las condiciones bajo las cuales la integración de la IA resulta pedagógicamente significativa. A continuación, se presentan cuatro de ellas, que exploran el uso de la IA en la demostración matemática, el álgebra, la geometría y las funciones cuadráticas.

Students' Use of Generative Artificial Intelligence for Proving Mathematical Statements

El estudio es una investigación exploratoria que analiza cómo estudiantes universitarios de primer año utilizan ChatGPT para abordar demostraciones de afirmaciones matemáticas. La investigación se centra en los patrones de uso y los factores que influyen en la interacción de los estudiantes con esta herramienta.

El estudio reporta la realización de entrevistas clínicas basadas en tareas con tres estudiantes de primer año en universidades coreanas (Yuna, Jiho y Kitae) durante julio de 2023, haciendo uso de ChatGPT 3.5. Los participantes trabajaron en seis afirmaciones matemáticas de teoría de números y cálculo avanzado, diseñadas para ser accesibles a su nivel. Las entrevistas se organizaron en tres fases: demostración sin IA, discusión sobre experiencias previas con ChatGPT y uso de ChatGPT para demostrar las afirmaciones propuestas.

Los resultados muestran que los estudiantes adoptaron un uso cíclico e interactivo de ChatGPT, ajustando sus prompts para aclarar errores o solicitar métodos específicos de demostración, y evaluando críticamente las respuestas generadas en lugar de aceptarlas de forma acrítica. Entre las implicaciones pedagógicas, el estudio destaca la necesidad de enseñar a los estudiantes a usar la IA de manera crítica, de establecer normas éticas sobre su uso en el aula y de diseñar tareas que fomenten el aprendizaje activo para reducir la dependencia tecnológica y fortalecer el razonamiento matemático.

ChatGPT: A Revolutionary Tool for Teaching and Learning Mathematics

Wardat et al. (2023) realizaron un estudio de caso cualitativo en dos fases con el propósito de examinar las perspectivas de estudiantes y profesores sobre el uso de la IA en la enseñanza de las matemáticas, específicamente tras el lanzamiento de ChatGPT. Los participantes incluyeron profesores y estudiantes universitarios de instituciones de los Emiratos Árabes Unidos, Omán y Arabia Saudita.

Los resultados revelan que ChatGPT es reconocido por su capacidad para ofrecer conocimientos básicos de matemáticas y explicaciones sobre diversos temas, aunque mostró dificultades para corregir concepciones erróneas en geometría y para explicar el razonamiento detrás de sus respuestas en problemas de mayor complejidad. Los autores concluyen que ChatGPT puede funcionar como una herramienta educativa valiosa cuando se usa con cautela, y señalan la necesidad de investigar su integración segura y responsable en la educación matemática.

Este estudio resulta pertinente para el presente trabajo porque pone de manifiesto que las percepciones sobre la IA en matemáticas no son homogéneas: mientras que en áreas como el álgebra básica ChatGPT muestra un desempeño aceptable, en contenidos con mayor carga de razonamiento espacial o geométrico sus limitaciones se hacen más evidentes. Esta heterogeneidad obliga a pensar en un uso diferenciado según el contenido matemático, lo cual constituye una variable relevante para la enseñanza de la estadística, donde conviven procedimientos algorítmicos e interpretaciones de alto nivel conceptual.

ChatGPT-Generated Help Produces Learning Gains Equivalent to Human Tutor-Authored Help on Mathematics Skills

Pardos y Bhandari (2024) llevaron a cabo un experimento controlado con 274 participantes para comparar las ganancias de aprendizaje producidas por pistas generadas por ChatGPT frente a las elaboradas por tutores humanos expertos, en cuatro áreas de matemáticas: álgebra elemental, álgebra intermedia, álgebra universitaria y estadística.

Los resultados mostraron que solo la condición de ChatGPT produjo ganancias de aprendizaje estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control, sin diferencias significativas frente a las pistas del tutor humano. No obstante, el 32 % de las pistas generadas por ChatGPT presentaron errores; al aplicar una técnica de mitigación de alucinaciones denominada autoconsistencia, este porcentaje se redujo a casi 0 % en álgebra y a un 13 % en estadística. Esto evidencia que el uso de ChatGPT en estadística requiere una supervisión más cuidadosa debido a la mayor tasa de errores en ese dominio.

La relevancia de este estudio es doble: aporta evidencia empírica cuantitativa sobre la efectividad de ChatGPT como generador de retroalimentación en matemáticas, y muestra que la diferencia en la tasa de error entre álgebra y estadística sugiere que la integración de ChatGPT en la enseñanza de la estadística no puede trasladarse mecánicamente desde otras áreas, sino que requiere estrategias pedagógicas específicas que contemplen la verificación sistemática de las respuestas generadas.

Learning Quadratic Functions with ChatGPT

Trocado et al. (2026) reportaron una experiencia de aula desarrollada con 26 estudiantes de grado décimo en una escuela privada de Portugal, en el marco de una clase de

90 minutos sobre funciones cuadráticas. La propuesta combinó ChatGPT 3.5 y GeoGebra de manera complementaria: ChatGPT se empleó para consultar definiciones y obtener explicaciones iniciales, mientras GeoGebra se utilizó para visualizar dinámicamente el efecto de los parámetros sobre la parábola.

Los resultados muestran que la combinación de ambas herramientas favoreció la comprensión de los parámetros de la función cuadrática. Sin embargo, algunas explicaciones de ChatGPT resultaron contradictorias o imprecisas, lo que demandó la intervención del profesor para aclarar los conceptos. Los autores subrayan que ChatGPT no puede funcionar de manera autónoma en el aula, sino que requiere la mediación activa del profesor para orientar el uso crítico de la herramienta.

Esta experiencia guarda una conexión directa con el enfoque del presente trabajo: ilustra cómo la IA puede integrarse en una clase de matemáticas de nivel escolar mediante un modelo híbrido que articula la generación de explicaciones con la exploración visual interactiva. El papel del profesor como mediador activo emerge como condición indispensable para que el uso de la IA resulte pedagógicamente significativo, un principio que aplica con igual fuerza en la enseñanza de la estadística.

En conjunto, las cuatro experiencias presentadas configuran un panorama diverso pero coherente. En todas ellas se repite un patrón: la IA demuestra potencial como herramienta de apoyo al aprendizaje matemático, pero sus beneficios se materializan de forma más consistente cuando está acompañada de una mediación intencional del profesor, cuando los estudiantes mantienen una postura crítica frente a sus respuestas y cuando los diseños didácticos contemplan explícitamente las limitaciones técnicas de la herramienta. Este conjunto de condiciones resulta especialmente relevante para el presente trabajo, en

tanto ofrece referentes concretos sobre cómo articular la IA con los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos matemáticos escolares.

1.3 Problemática y pregunta de indagación

La revisión de los antecedentes permite delimitar la problemática que motiva este trabajo de grado. Los antecedentes revisados evidencian que el conocimiento sistematizado sobre cómo se está usando la IA en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, particularmente en los niveles escolares, es todavía escaso y se encuentra disperso. Esta carencia adquiere mayor relevancia frente a la creciente importancia social de la estadística como herramientas para los ciudadanos que les permita interpretar datos y tomar decisiones informadas en un entorno cada vez más mediado por la IA.

A partir de los hallazgos preliminares de la revisión de alcance es posible anticipar cuatro vacíos en la literatura especializada (que el Capítulo 4 desarrolla con mayor detalle a partir del corpus de documentos seleccionados en la revisión hecha), particularmente en el contexto iberoamericano y en los niveles escolares. Primero, las revisiones disponibles sobre el uso de la IA en la educación matemática (Panquehuan y Huincahue, 2024; Pepin et al., 2025) ofrecen panoramas generales del campo, pero suelen concentrarse en niveles universitarios y no en la educación básica y media. Segundo, los trabajos centrados en la alfabetización estadística (Hariyanti et al., 2025) discuten los aportes de la IA en términos amplios, pero no detallan estrategias didácticas específicas ni propuestas aplicables al aula escolar. Tercero, los desafíos reportados no se limitan a aspectos pedagógicos, sino que incluyen factores estructurales documentados por Chaves-Esquivel (2025): la brecha digital entre poblaciones, la insuficiente formación docente, el riesgo de dependencia tecnológica que puede deteriorar el razonamiento autónomo y las implicaciones éticas asociadas al uso

de datos (privacidad y sesgo algorítmico). Estos desafíos aparecen escasamente articulados con propuestas concretas de integración en el aula escolar. Cuarto, la literatura sobre formación docente (Meylani, 2024) reporta una brecha persistente en la preparación de los profesores para integrar herramientas de IA, sin que se identifiquen revisiones específicamente centradas en la formación inicial de profesores de matemáticas.

Conviene precisar que la existencia de revisiones recientes sobre IA y educación (como las de Hariyanti et al. (2025) o Pepin et al. (2025)), no contradice la pertinencia de este trabajo, sino que la delimita con mayor precisión. Dichas revisiones abordan la educación matemática en general, sin focalizarse en la enseñanza escolar de la estadística ni en la formación inicial de profesores de matemáticas, y sin atender de manera específica al contexto iberoamericano. El presente trabajo se distingue, entonces, por buscar concentrar la mirada en ese cruce particular (IA y estadística escolar)

A estos vacíos se suma una observación importante derivada del propio proceso de búsqueda. Junto a los estudios que abordan directamente el uso de la IA como herramienta pedagógica en estadística, se identificó un conjunto de trabajos que abordan la IA desde perspectivas distintas y que, por ello, no fueron incluidos en el corpus analítico. La Tabla 1 sintetiza estas perspectivas, que ilustran la diversidad de aproximaciones existentes y, a la vez, evidencian que la literatura centrada en la IA como recurso de enseñanza directa en la clase escolar de estadística es aún incipiente.

Tabla 1*Perspectivas sobre la IA identificadas fuera del corpus analítico*

Perspectiva	Descripción	Motivo de no inclusión
IA como contenido curricular sin tecnología digital	Propuestas que introducen nociones de aprendizaje automático mediante actividades desconectadas (p. ej., tarjetas de datos o data cards para construir árboles de decisión).	La IA se enseña como concepto, sin emplearse como recurso digital de apoyo al aprendizaje.
Preparación temprana para la interacción con IA	Reflexiones sobre cómo preparar a los estudiantes, desde edades tempranas, para interactuar con agentes artificiales.	Marco conceptual o prospectivo, sin uso concreto de IA en la enseñanza de la estadística.
IA como objeto de conocimiento	Estudios en los que la IA es el contenido que se enseña o se analiza, más que una herramienta de apoyo.	No se utiliza la IA como recurso pedagógico para enseñar estadística.
IA como instrumento metodológico	Trabajos que emplean técnicas de IA (p. ej., <i>eye-tracking</i> ²) para analizar procesos cognitivos de los estudiantes.	La IA es un método de investigación, no un recurso de enseñanza.

Nota. Elaboración propia.

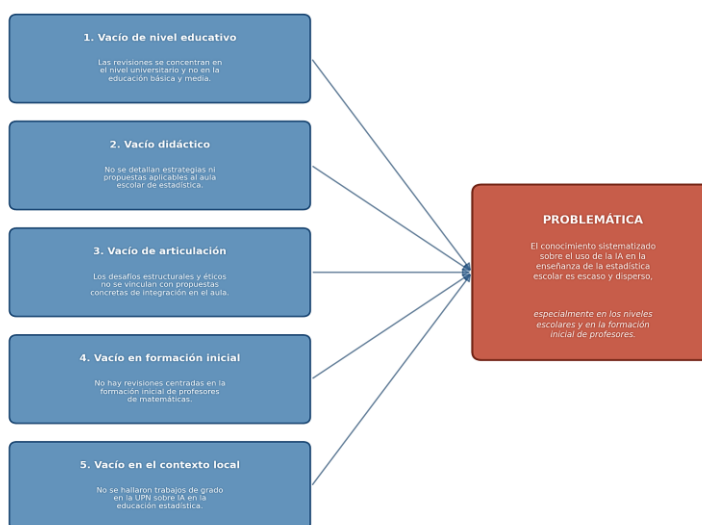
A lo anterior se añade un vacío adicional, identificado al consultar el repositorio institucional de la Universidad Pedagógica Nacional: no se hallaron trabajos de grado que aborden de manera directa la integración de la IA en la educación estadística, lo que puede convertir al presente documento en una contribución pionera dentro de dicho asunto de interés. El conjunto de estos vacíos configura la problemática a la cual el presente trabajo busca contribuir. Cabe aclarar que, si bien el interés central de la revisión se orienta hacia los contextos escolares y la formación inicial de profesores, el corpus analizado incluye

² *Eye-tracking* (seguimiento ocular): técnica que registra la posición y los movimientos de la mirada del usuario sobre una pantalla o material visual mediante cámaras o sensores especializados. En investigación educativa se utiliza para inferir procesos atencionales y cognitivos a partir de patrones de fijación.

también estudios de otros niveles educativos (en especial el universitario), en tanto aportan evidencia que consideramos podría llegar a extrapolarse, así como referentes metodológicos útiles para comprender la integración de la IA en la enseñanza de la estadística.

Figura 1

Vacíos identificados en la literatura y su articulación con la problemática



La Figura 1 sintetiza estos vacíos y muestra cómo convergen en la problemática que orienta el trabajo, la cual se concreta en la siguiente pregunta orientadora:

¿Cuáles son las tendencias, los aportes y los vacíos de la literatura reciente sobre el uso de la IA en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, con especial atención a los contextos escolares?

Para atender a esta pregunta de indagación se plantean los siguientes objetivos que orientan el desarrollo de este trabajo de grado.

1.4 Objetivos

Objetivo general

Establecer cuáles son las tendencias en el uso de la IA en la enseñanza de la estadística en diferentes niveles mediante una revisión de alcance, con el propósito de identificar los aportes existentes, distintas oportunidades pedagógicas, así como limitaciones y vacíos reportados en la literatura especializada.

Objetivos específicos

- Sistematizar trabajos de investigaciones recientes sobre el uso de la IA en contextos de enseñanza y aprendizaje de la estadística, considerando distintos niveles educativos y enfoques metodológicos.
- Caracterizar los tipos de IA empleados en la enseñanza de la estadística, describiendo sus formas de uso, aportes y limitaciones reportadas en los estudios analizados.
- Establecer las tendencias, oportunidades y vacíos que emergen de la revisión de alcance en relación con la integración de la IA en la clase de estadística.
- Discutir las implicaciones de los hallazgos para la educación estadística escolar.

2. Marco de referencia

2.1 Inteligencia artificial

En los últimos años, la IA ha adquirido una importancia creciente en la vida cotidiana, con un uso cada vez más frecuente y accesible para amplios sectores de la población. Su integración en diversas áreas ha hecho que forme parte de rutinas diarias, facilitando tareas, optimizando procesos y transformando múltiples industrias. En el presente apartado se ofrece una conceptualización sobre la IA, cuyo propósito es proveer un panorama general de su naturaleza, evolución y aplicaciones, antes de enfocarla específicamente en el ámbito de la educación estadística. Esta visión inicial permitirá explorar, en los apartados siguientes, cómo la IA puede mejorar la enseñanza de la estadística, optimizar procesos educativos y fomentar distintas formas de aprendizaje.

Así, se considera fundamental definir qué es la IA. Para ello, se ha estructurado la exploración en torno a una serie de preguntas clave que permiten comprender mejor su concepto, origen y propósito: ¿qué es la IA?, ¿para qué sirve la IA?, ¿por qué se creó la IA? y ¿de qué se compone la IA?

2.1.1 ¿Qué es la IA?

Es importante señalar que la IA no posee una única definición, pues su significado ha evolucionado a lo largo del tiempo y varía según el contexto en el que se aplique. Diferentes disciplinas (desde la informática hasta la filosofía) han aportado perspectivas diversas, lo que permite comprenderla desde múltiples enfoques.

En términos generales, puede pensarse en la IA como la habilidad y capacidad de un ordenador o de una red de sistemas controlados por computadora para realizar tareas comunes asociadas a seres humanos inteligentes, simulando el comportamiento inteligente

mediante la ejecución de procesos cognitivos como el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones y el aprendizaje adaptativo (Cabanelas Omil, 2019). En este sentido, estos sistemas tienen la capacidad de llevar a cabo funciones que típicamente requieren intervención humana, al procesar y aprender de grandes volúmenes de datos de forma autónoma.

No obstante, la definición de IA ha evolucionado con los avances tecnológicos de cada época. En la Tabla 2 se presentan, en orden cronológico, algunas de las definiciones más representativas propuestas por diferentes autores. El propósito de esta recopilación es identificar los elementos comunes y complementarios que permitan construir o adaptar una definición de trabajo coherente con los fines del presente documento.

Tabla 2

Evolución histórica de las definiciones de IA

AUTORES	DEFINICIÓN
Shirai y Tsujii (1982)	El objetivo de la investigación sobre IA es conseguir que un ordenador llegue a realizar las importantes funciones de la inteligencia humana.
Nilsson (1987)	Tratar de definir la IA es muy difícil, ya que existen diferentes paradigmas o aproximaciones en su desarrollo y una Teoría General de la IA es todavía un objetivo por realizar.
Minsky (1991)	Aun cuando todavía no conocemos cómo los cerebros realizan sus habilidades mentales, podemos trabajar hacia el objetivo de hacer máquinas que hagan lo mismo. La «IA» es simplemente el nombre que dimos a esta investigación.
Nilsson (1998)	En una definición amplia y un tanto circular, tiene por objeto el estudio del comportamiento inteligente en las máquinas.
Russell (2003)	Un sistema inteligente es aquel cuya expectativa de utilidad es la más alta que se puede alcanzar por cualquier otro sistema con las mismas limitaciones computacionales.
McCarthy (2007)	Es la ciencia e ingeniería para construir máquinas inteligentes, especialmente programas de computación inteligentes. También comprende el uso de computadoras

AUTORES	DEFINICIÓN
	para entender la inteligencia humana, sin limitarse a métodos observables biológicamente.
Tuomi (2018); Wang et al. (2015); Ma et al. (2014)	La IA debe ser entendida como una disciplina científica que configura máquinas para que sean inteligentes y capaces de resolver problemas, anticipándose a la acción del entorno gracias a su adaptabilidad y aprendizaje de patrones.
Cabanelas Omil (2019)	Se considera a la IA como la habilidad y capacidad de un ordenador, red de ordenadores o red de robots controlados por ordenadores para realizar las tareas comunes asociadas a seres humanos inteligentes. Es una rama de la informática-computación que se ocupa de la simulación del comportamiento inteligente.
Xu et al. (2021)	La IA refiere a la simulación de la inteligencia humana por un sistema o una máquina. Su meta es desarrollar máquinas que puedan pensar e imitar el comportamiento humano, incluyendo la percepción, el razonamiento, el aprendizaje, la planificación y la predicción (traducción propia).
Sheikh et al. (2023)	La IA es el uso de algoritmos para resolver problemas o mejorar cálculos; la imitación de habilidades intelectuales humanas por computadoras; y la tecnología que puede funcionar adecuadamente y con previsión en su entorno, mostrando comportamiento inteligente al analizar dicho entorno y tomar acciones con cierto grado de autonomía para alcanzar objetivos específicos.

Nota. Las definiciones presentadas en esta tabla corresponden a citas textuales tomadas directamente de las fuentes originales.

Con base en las definiciones recogidas en la Tabla 2, provenientes de autores como Shirai y Tsujii (1982), Minsky (1991), McCarthy (2007), Cabanelas Omil (2019) y Sheikh et al. (2023), entre otros, a partir de ahora en este documento se define la IA como la capacidad de un sistema computacional para emular³ tanto la inteligencia como el razonamiento humano, mediante el procesamiento de grandes cantidades de datos preestablecidos o adquiridos en la web, con el propósito de identificar patrones, tomar decisiones y adaptarse a nuevas situaciones de manera autónoma.

³ El término «emular» se emplea aquí en sentido funcional: la IA reproduce comportamientos observables asociados al razonamiento humano (clasificar, inferir, predecir), sin que ello implique conciencia, intencionalidad ni comprensión en el sentido fenomenológico.

2.1.2 ¿Para qué sirve la IA?

Según Alvarado (2015), el propósito de la IA no es reemplazar el factor humano, sino servir como herramienta de apoyo que optimiza procesos y aumenta la eficiencia, liberando al ser humano para tareas que requieren juicio, creatividad e interpretación y reduciendo el margen de error⁴ en las tareas más repetitivas o susceptibles de automatización.

2.1.3 ¿Por qué se creó la IA?

La IA surge como respuesta a la necesidad humana de automatizar procesos de razonamiento, aprendizaje y toma de decisiones, un interés que se remonta a mediados del siglo XX con figuras como Alan Turing y John McCarthy (Paniagua, 2023) y que Alvarado (2015) vincula con el intento histórico de reproducir tecnológicamente las capacidades humanas. Este desarrollo se ha intensificado con el crecimiento exponencial de la información y la complejidad de los sistemas sociales, económicos y tecnológicos, lo que convierte la optimización de la toma de decisiones en una prioridad.

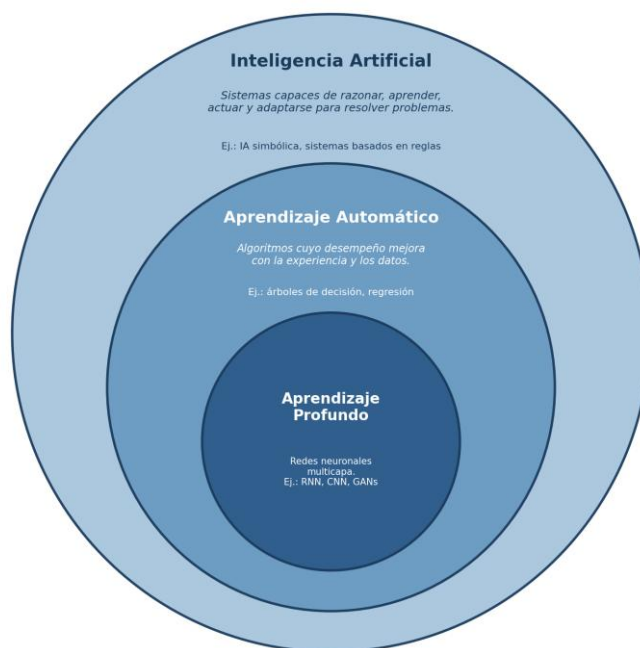
2.1.4 ¿De qué se compone la IA?

La IA no es una tecnología uniforme, sino un conjunto de enfoques que va desde sistemas lógicos basados en reglas deductivas hasta el aprendizaje automático (machine learning), en el que los modelos identifican patrones de forma inductiva a partir de grandes volúmenes de datos (Lao, 2020). Dentro del aprendizaje automático se distingue, a su vez, el aprendizaje profundo (deep learning) o IA conexionista, basado en redes neuronales artificiales capaces de aprender representaciones complejas, como se ilustra en la Figura 2.

⁴ Las características y los límites del margen de error de los sistemas de IA se desarrollan con mayor detalle en la sección 2.3 de este documento.

Figura 2

Relación entre IA, aprendizaje automático y aprendizaje profundo



2.2 Clasificación de la IA

Más allá de su composición técnica, la IA también ha sido clasificada desde distintos enfoques teóricos y prácticos (Tabla 3). Dos distinciones resultan particularmente relevantes para este trabajo: la de García (2012), entre IA fuerte e IA débil, y la de Alvarado (2015), entre IA clásica e IA computacional; ambas se retoman en el Capítulo 4 para caracterizar los tipos de IA identificados en el corpus analizado.

Tabla 3

Clasificaciones de la IA según diferentes autores

AUTORES		DESCRIPCIÓN
Russell y Norvig (1996)	y	Clasifican los sistemas inteligentes en cuatro categorías: a) sistemas que piensan como humanos; b) sistemas que actúan como humanos; c) sistemas que piensan racionalmente; y d) sistemas que actúan racionalmente.
García (2012)		Propone la distinción entre IA fuerte e IA débil. La IA Fuerte es aquella que busca implementar procesos cognitivos a semejanza de cómo se realizan en el ser

AUTORES	DESCRIPCIÓN
	humano, dotando a las máquinas de conciencia. Por su parte, la IA Débil busca imitar los procesos cognitivos y obtener resultados que podrían considerarse inteligentes, sin importar el método empleado. En el primer caso, la aproximación es deductiva, descendente (top-down) y simbólica; en el segundo, es inductiva, ascendente (bottom-up) y sub-simbólica.
Alvarado (2015)	IA clásica: basada en la lógica simbólica y deductiva, centrada en la resolución de problemas mediante razonamiento estructurado y reglas predefinidas. IA computacional: se enfoca en el aprendizaje interactivo y la adaptación a partir de datos empíricos, empleando técnicas como redes neuronales y algoritmos de optimización.

Estos elementos conceptuales —definición, clasificación y composición de la IA— sientan las bases para abordar, a continuación, dos aspectos transversales de especial relevancia en contextos educativos: el margen de error y las implicaciones éticas de la IA.

2.3 Margen de error de la IA

El uso de la IA ha avanzado rápidamente en distintos sectores, pero con ese avance también se ha hecho evidente que existe un margen de error inherente a estas tecnologías, el cual varía significativamente según el tipo de tarea, el contexto de uso y la calidad de los datos empleados en el entrenamiento de los modelos. Estos errores pueden ir desde fallas técnicas menores hasta consecuencias de mayor impacto en ámbitos críticos.

Por ejemplo, en el campo del reconocimiento automático del habla, Xiong et al. (2016) reportaron que el sistema de Microsoft Research alcanzó una tasa de error de palabras del 5,8 %, comparable al 5,9 % registrado en hablantes humanos al usar el corpus *Switchboard*, lo que sugiere que, en contextos controlados, la IA puede igualar el rendimiento humano en tareas específicas. Sin embargo, en actividades de mayor complejidad, los errores son considerablemente más frecuentes. Un estudio publicado en *PLOS ONE* encontró que el 14,5 % de las afirmaciones citadas en artículos médicos

estaban mal sustentadas, siendo errores de contenido significativos en más del 65 % de esos casos (Jergas y Baethge, 2015). En el ámbito de las ciencias sociales, un análisis de 250 citas en revistas de alto impacto mostró que aproximadamente una de cada cuatro (25 %) contenía errores sustanciales que contravenían o malinterpretaban la fuente original (Greenberg, 2020).

Varios factores explican la aparición de estos errores. Entre los más relevantes se encuentran la calidad y el sesgo de los datos de entrenamiento, la interpretación limitada del contexto por parte de los modelos y el fenómeno conocido como "alucinaciones", mediante el cual los sistemas de IA generan datos, citas o afirmaciones que suenan plausibles, pero son completamente incorrectos (Ellis y Slade, 2023). En relación con los datos de entrenamiento, Northcutt et al. (2021), investigadores del MIT, analizaron los diez conjuntos de datos más citados en el campo del aprendizaje automático y encontraron una tasa promedio de errores en las etiquetas del 3,4 %, llegando al 6 % en el caso del conjunto ImageNet. Los autores señalan que estos errores en los datos de entrenamiento distorsionan la medición real del rendimiento de los modelos y pueden llevar a seleccionar sistemas que no son los más adecuados para entornos del mundo real.

2.4 Implicaciones éticas de la IA en educación

Existen múltiples interrogantes respecto a las implicaciones éticas que genera el uso de la IA en diferentes campos. Como lo señalan Abeliuk y Gutiérrez (2021), estas preguntas abarcan distintas dimensiones: en la economía, ¿dónde están los límites de los flujos de trabajo automatizados donde hay personas involucradas?; en la sociedad, ¿cómo afectan las máquinas inteligentes a las relaciones entre los seres humanos?, ¿quién controla los sesgos (introducidos intencional o no intencionalmente) en los sistemas?, ¿quiénes

deciden los usos de las máquinas inteligentes?; en el medio ambiente, ¿cuáles son los límites razonables de uso de recursos para estos proyectos?; y en ámbitos militares, ¿cómo regular un sector tradicionalmente complejo de normar?

La educación no es un campo ajeno a estas implicaciones. Por un lado, el profesor debe ser consciente tanto de las oportunidades como de los sesgos que implica la incorporación de la IA en el aula. Desde esta perspectiva, Gil Calvo et al. (2024) sostienen que la IA no busca sustituir al educador, sino empoderarlo, permitiéndole enfocarse en tareas más significativas como la orientación personalizada, el fomento del pensamiento crítico y la educación emocional. Por otro lado, el uso de la IA en las aulas es un fenómeno innegable y en curso: Loján et al. (2024) documentan, a partir de un estudio cuantitativo con 65 profesores, que el 87 % de los encuestados señala que los estudiantes utilizan con frecuencia herramientas de IA para actividades académicas, y que el 68 % identifica una disminución en el pensamiento crítico y la resolución autónoma de problemas como consecuencia del uso excesivo de estas tecnologías.

En conclusión, el uso de la IA plantea interrogantes éticos relevantes en diferentes ámbitos, incluyendo la educación. En este contexto, es fundamental reconocer tanto el potencial como los posibles riesgos que conlleva su integración en el aula, promoviendo un uso crítico, reflexivo y pedagógicamente orientado.

3. Aspectos metodológicos

El presente trabajo se enmarca en un enfoque de investigación documental, específicamente bajo los lineamientos de la revisión de alcance (*scoping review*), la cual, de acuerdo con Mak y Thomas (2022), emplea un proceso sistemático e iterativo que permite mapear la extensión, el alcance y la naturaleza de la literatura disponible sobre un tema determinado, así como detectar posibles vacíos investigativos. La revisión de alcance se inscribe dentro del paradigma más amplio de las revisiones sistemáticas de la literatura, descrito por Petticrew y Roberts (2006) como un método riguroso y replicable para identificar, evaluar y sintetizar la producción académica existente sobre un tema; sin embargo, se diferencia de la revisión sistemática clásica en que su propósito no es agregar evidencia ni realizar meta-análisis, sino cartografiar el campo de estudio.

En el campo de la educación matemática y, particularmente, en la educación estadística, las revisiones de alcance han cobrado relevancia en los últimos años debido al crecimiento acelerado de investigaciones relacionadas con la integración de tecnologías emergentes, como la IA. Trabajos recientes evidencian esta tendencia: por ejemplo, Centeno-Caamal et al. (2023), realizaron una revisión sistemática sobre modalidades educativas y diseño instruccional en educación a distancia aplicando el Framework ReSiste-CHS propuesto por Codina (2020); de forma complementaria, Petticrew y Roberts (2006) documentan numerosos ejemplos de aplicación de revisiones sistemáticas en ciencias sociales y educativas. Estos antecedentes muestran que tanto las revisiones sistemáticas como las revisiones de alcance permiten reconocer tendencias y enfoques predominantes, así como identificar vacíos, desafíos y oportunidades de investigación, aportando una base sólida para el desarrollo de nuevos estudios.

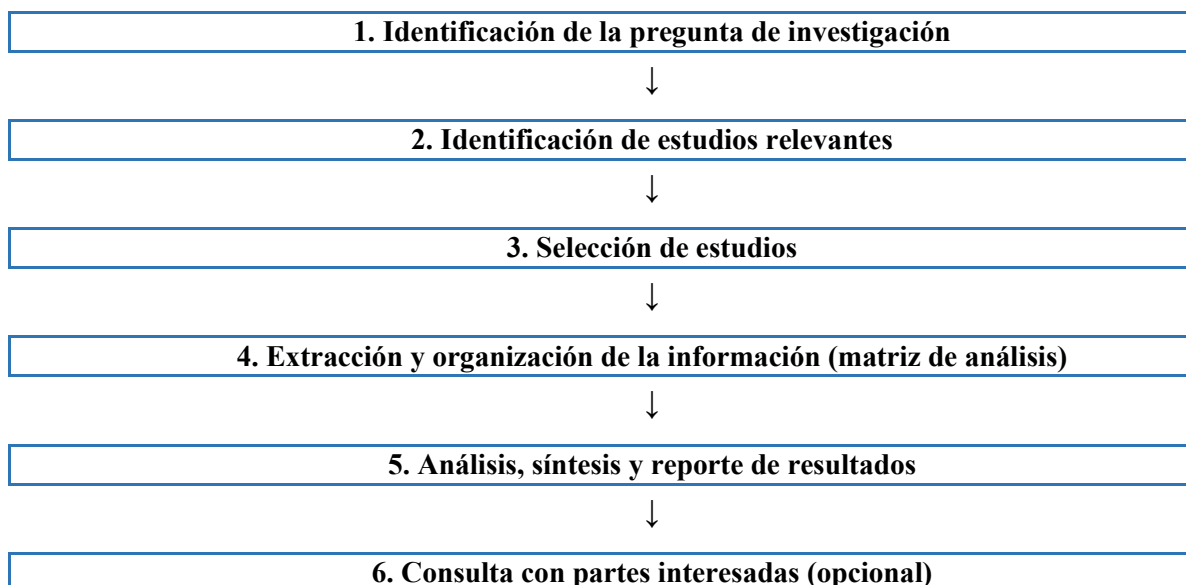
En este sentido, el presente trabajo adopta este enfoque metodológico con el propósito de analizar el papel de la IA en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística. Para ello, se establecieron criterios de inclusión y exclusión, se realizó un proceso de búsqueda y selección de documentos y, posteriormente, se llevó a cabo una sistematización y análisis de la información recopilada.

Esta opción metodológica resulta particularmente pertinente porque permite explorar de manera amplia un campo emergente, identificar tendencias, vacíos investigativos y tipos de evidencia disponibles, sin limitarse exclusivamente a estudios experimentales o agregaciones de evidencia de tipo meta-analítico. Resulta especialmente adecuada cuando el área de estudio (como la aplicación de la IA en educación matemática escolar) aún se encuentra en consolidación teórica y metodológica (Mak y Thomas, 2022).

Este proceso metodológico se desarrolló de manera organizada en diferentes fases, que incluyen la identificación de fuentes, la selección de documentos relevantes, la construcción de una matriz de análisis y la interpretación de los resultados.

3.1 Fases de la revisión de alcance

De acuerdo con Mak y Thomas (2022), una revisión de alcance se desarrolla a través de seis fases iterativas. A continuación, se describe cada fase siguiendo a estos autores y, al mismo tiempo, se explicita cómo fue implementada en la presente investigación. La Figura 3 resume de manera visual el proceso seguido.

Figura 3*Diagrama de las fases de la revisión de alcance**Nota. Elaboración propia a partir de Mak y Thomas (2022).*

3.2.1 Identificación de la pregunta de indagación

Mak y Thomas (2022) señalan que la formulación de la pregunta constituye el eje central de toda revisión de alcance, ya que orienta las decisiones metodológicas posteriores. Una pregunta excesivamente amplia puede generar un volumen inmanejable de literatura, mientras que una demasiado restringida puede limitar la profundidad del análisis.

Esta etapa constituye el punto de partida del proceso. Se formuló la siguiente pregunta orientadora:

¿Cómo se ha abordado la relación entre IA y educación estadística en contextos de educación secundaria básica y media?

Para delimitar adecuadamente la amplitud de la revisión, y siguiendo la recomendación de Mak y Thomas (2022) de realizar una búsqueda preliminar antes de fijar los términos definitivos, se llevó a cabo una exploración inicial en Google Scholar y en la

base de datos Scopus empleando combinaciones generales como «“artificial intelligence” + “education”» y «“IA” + “educación matemática”». Esta búsqueda preliminar permitió: (a) confirmar que existe suficiente producción científica reciente sobre el tema para justificar la revisión; (b) identificar que la literatura sobre IA y educación matemática escolar es abundante, pero que la que aborda de manera específica la educación estadística es considerablemente más limitada; y (c) ajustar el enfoque temático de la pregunta hacia la educación estadística en educación básica y media, que constituye el foco central de este trabajo.

3.2.2 Identificación de estudios relevantes

En esta fase, Mak y Thomas (2022) enfatizan la importancia de diseñar una estrategia de búsqueda estructurada, idealmente con apoyo de un profesional en gestión de información o bibliotecología. Esta estrategia debe incluir la definición de palabras clave, el uso de operadores booleanos para la construcción de ecuaciones búsqueda, la selección de fuentes académicas pertinentes y la delimitación clara de criterios de inclusión y exclusión.

En el proceso de identificación de estudios relevantes, se diseñó una estrategia de búsqueda basada en el uso de ecuaciones de búsqueda aplicadas en diferentes fuentes académicas. Inicialmente, se empleó la ecuación de búsqueda ("**artificial intelligence**" **AND** "**mathematics education**"), con el propósito de recuperar estudios que abordaran de manera conjunta estos dos campos.

El uso del idioma inglés en la ecuación responde a que este es el lenguaje predominante en la producción científica internacional y en la indexación de artículos en bases de datos académicas, lo cual incrementa la posibilidad de acceder a un mayor número de estudios relevantes y de alto impacto.

En cuanto a su estructura, el operador booleano “AND” cumple la función de restringir la búsqueda, ya que permite recuperar únicamente aquellos documentos que contienen simultáneamente ambos términos especificados. De esta manera, se garantiza que los resultados estén directamente relacionados tanto con la IA como con la educación matemática. Por su parte, el uso de comillas (" ") indica que los términos deben buscarse como frases exactas, evitando resultados en los que las palabras aparezcan de forma aislada o en contextos diferentes, lo que contribuye a mejorar la precisión de la búsqueda.

La elección de esta ecuación inicial se fundamentó en la intención de realizar una búsqueda acotada pero pertinente, asumiendo que la combinación de estos términos permitiría identificar estudios directamente relacionados con el foco de la investigación. Sin embargo, tras la revisión preliminar de los resultados, se evidenció la necesidad de refinar la búsqueda para ajustarla con mayor precisión al campo de la educación estadística.

En consecuencia, se formuló una segunda ecuación de búsqueda: (**"statistics education" AND "artificial intelligence"**), la cual permitió delimitar de manera más específica los estudios hacia el ámbito de interés. Este ajuste metodológico contribuyó a obtener resultados más focalizados, reduciendo la dispersión temática y facilitando la identificación de documentos directamente relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la estadística mediada por IA.

Finalmente, la selección de los términos utilizados en las ecuaciones de búsqueda se basó en los conceptos clave que estructuran la investigación, es decir, IA, educación matemática y educación estadística. Estos términos fueron elegidos por su relevancia teórica dentro del campo y por su uso frecuente en la literatura científica, lo que garantiza la recuperación de estudios pertinentes para el análisis. Cabe destacar que la búsqueda se

realizó tanto en inglés como en español, empleando ecuaciones equivalentes en ambos idiomas (por ejemplo, «inteligencia artificial» y «educación estadística» junto a sus equivalentes en inglés). Esta decisión resulta especialmente relevante para un trabajo de alcance iberoamericano, pues permite recuperar producción académica en español que, de otro modo, quedaría invisibilizada al restringir la búsqueda únicamente al inglés.

Fuentes académicas consultadas

Para evitar imprecisiones terminológicas es importante distinguir entre bases de datos, repositorios y editoriales (Mak y Thomas, 2022). En este trabajo se recurrió a las siguientes fuentes académicas, clasificadas según su naturaleza:

- **Bases de datos:** Scopus, ERIC (*Education Resources Information Center*), Web of Science y Dialnet.
- **Repositorios especializados:** Funes (repositorio digital en educación matemática de la Universidad de los Andes, Colombia).
- **Editoriales científicas:** Springer (editorial académica internacional, cuyos textos se consultaron a través de su portal web SpringerLink).
- **Motores de búsqueda académica:** Google Scholar.

Estas fuentes fueron seleccionadas por su reconocimiento internacional, su cobertura en ciencias de la educación y tecnología educativa, y su indexación o publicación de revistas de alto impacto en investigación educativa.

Criterios de selección de las fuentes

La selección de las fuentes utilizadas en esta investigación respondió a tres criterios explícitos, que se detallan a continuación:

- **Pertinencia temática:** se privilegiaron fuentes con indexación o producción especializada en educación, tecnología educativa y educación matemática, de modo que los resultados estuvieran alineados con el objeto de estudio.
- **Accesibilidad:** se eligieron fuentes disponibles de manera institucional a través de la Universidad Pedagógica Nacional (como Scopus y ERIC) o de acceso abierto (como Dialnet, Funes y Google Scholar), garantizando la posibilidad de consulta al texto completo de los documentos recuperados.
- **Alcance temático:** se consideró que el conjunto de fuentes ofreciera una cobertura equilibrada entre producción internacional en inglés (Scopus, Web of Science, ERIC, Springer) y producción iberoamericana en español (Dialnet, Funes, Google Scholar).

En primer lugar, se recurrió a **Scopus** y **EBSCO (ERIC)**, bases de datos académicas disponibles a través de las suscripciones de la Universidad Pedagógica Nacional. Estas plataformas se caracterizan por su alta calidad en la indexación de publicaciones científicas y, particularmente en el caso de ERIC, por su enfoque especializado en el ámbito educativo. Su inclusión permitió acceder a estudios con alto rigor académico y directamente relacionados con la educación, lo cual resultó fundamental para el desarrollo de la investigación.

En segundo lugar, se incluyeron **Funes** y **Dialnet** por su relevancia en el contexto iberoamericano y, especialmente, en el ámbito colombiano. Funes se reconoce como uno de los principales repositorios en educación matemática en Colombia, lo que lo convierte en una fuente clave para identificar investigaciones desarrolladas en este campo a nivel nacional. Por su parte, Dialnet ofrece una amplia recopilación de producción académica en

español, con un fuerte enfoque en el contexto latinoamericano, lo que permitió complementar la revisión con perspectivas regionales.

Finalmente, se incorporaron **Springer**, **Web of Science** y **Google Scholar** con el objetivo de ampliar el espectro de búsqueda. Springer, en tanto editorial académica de alcance internacional, fue consultada por la amplitud de su catálogo. Sin embargo, los resultados obtenidos no se ajustaron a los criterios de inclusión definidos en la presente revisión. Web of Science se utilizó por su reconocimiento como base de datos de alto impacto y rigurosidad científica. Google Scholar se empleó como un motor de búsqueda amplio que permitió identificar literatura complementaria y rastrear documentos relacionados con los temas de interés.

Criterios de inclusión y exclusión

A partir de una revisión exploratoria inicial de la literatura (de carácter informal, orientada a familiarizarse con el campo y a delimitar su alcance), así como de la selección de las fuentes y de la estrategia de búsqueda implementada, se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión. Estos criterios no se definieron de manera arbitraria, sino que se derivaron de los patrones, temas y limitaciones identificados durante esa primera aproximación al cuerpo de literatura disponible.

Criterios de inclusión

- **Artículos académicos publicados entre 2020 y 2025.** Este criterio se estableció con el fin de seleccionar documentos alineados con los avances más recientes en IA, especialmente considerando el rápido desarrollo de estas tecnologías en los últimos

años. De esta manera, se buscó excluir estudios desactualizados que no reflejaran el uso actual de la IA en contextos educativos.

- **Publicaciones relacionadas explícitamente con la IA aplicada a la educación matemática, especialmente en estadística.** Dado que este constituye el enfoque central del trabajo de grado, la selección de este tipo de documentos permite identificar aportes relevantes sobre el uso de la IA en la enseñanza de contenidos estadísticos.
- **Estudios enfocados en educación básica, media o formación docente en matemáticas.** Durante la búsqueda se evidenció una limitada cantidad de investigaciones centradas específicamente en la formación docente para el uso de la IA en el aula de matemáticas. Por esta razón, se consideraron tanto estudios dirigidos a estudiantes de educación básica y media como aquellos que, de manera indirecta, pueden servir como referente para la práctica profesor.
- **Publicaciones en inglés y español.** La selección de estos idiomas permite equilibrar la cercanía contextual con una visión más global del fenómeno.

Criterios de exclusión

- **Estudios centrados exclusivamente en el desarrollo técnico de algoritmos sin aplicación educativa.** Se excluyeron aquellos trabajos cuyo enfoque se limita al desarrollo computacional o técnico de la IA, sin una vinculación explícita con procesos educativos.
- **Investigaciones sobre educación en campos distintos a la educación matemática (como medicina o ingeniería).** Aunque estos estudios pueden evidenciar diversos

usos de la IA en contextos educativos, no abordan de manera específica su aplicación en la enseñanza de las matemáticas o la estadística.

- **Documentos sin acceso a texto completo.** La revisión completa de los textos es fundamental para identificar aspectos clave como el uso de la IA, el nivel educativo, las metodologías empleadas y los hallazgos principales.

3.2.3 Selección de estudios

La tercera fase consiste en el proceso de depuración de los documentos identificados. Según Mak y Thomas (2022), esta selección debe realizarse mediante la revisión de títulos y resúmenes y, cuando sea necesario, mediante la lectura del texto completo; los autores recomiendan, además, apoyarse en herramientas de gestión como Covidence, Rayyan o gestores de referencias (por ejemplo, EndNote o Mendeley) para organizar los documentos, identificar duplicados y documentar las razones de inclusión o exclusión.

En este trabajo, durante esta fase se eliminaron duplicados (es decir, documentos recuperados en más de una fuente) y se documentaron las razones de exclusión en la matriz de análisis, garantizando la transparencia del procedimiento.

3.2.4 Extracción y organización de la información

Mak y Thomas (2022) describen esta fase como el proceso de diseño y aplicación de una matriz o formulario de extracción de datos. Dicho instrumento debe construirse de manera colaborativa y ajustarse iterativamente conforme avanza la revisión. Es en esta fase, y no en las anteriores, en la que se realiza la lectura profunda y sistemática de los documentos seleccionados: los autores precisan que «la selección de documentos debe

consistir en la lectura no solo del título del documento, sino también del resumen» (Mak y Thomas, 2022, p. 566), pero el análisis detallado ocurre durante la extracción.

Para este trabajo se diseñó una matriz de análisis en un archivo de hoja de cálculo que permitió sistematizar los datos relevantes de cada estudio seleccionado. Los ítems incluidos en la matriz fueron:

- Autor(es) y año de publicación.
- País o región del estudio.
- Nivel educativo.
- Tipo de IA utilizada (*machine learning*, sistemas adaptativos, tutores inteligentes, analítica de aprendizaje, etc.).
- Objetivo del estudio.
- Principales resultados.
- Limitaciones reportadas.

La lectura detallada de cada documento se realizó durante esta fase, de modo que los ítems de la matriz se fueron completando con base en el texto completo. Esta fase permitió estructurar la información para facilitar su análisis posterior.

3.2.5 Análisis, síntesis y reporte de resultados

De acuerdo con Mak y Thomas (2022), una vez extraída la información se procede a realizar análisis numéricos y temáticos. El análisis numérico permite describir aspectos generales de la producción científica (por ejemplo, distribución temporal o geográfica), mientras que el análisis temático implica la identificación de patrones conceptuales y categorías emergentes a partir de la revisión detallada de los estudios.

En este trabajo se realizó un análisis descriptivo y temático de los estudios seleccionados, lo cual permitió identificar:

- Tendencias temporales en la producción académica.
- Principales enfoques de aplicación de la IA en educación matemática.
- Herramientas tecnológicas más empleadas.
- Vacíos investigativos sobre el uso de la IA en educación estadística en educación básica y media.

3.2.6 Consulta con partes interesadas

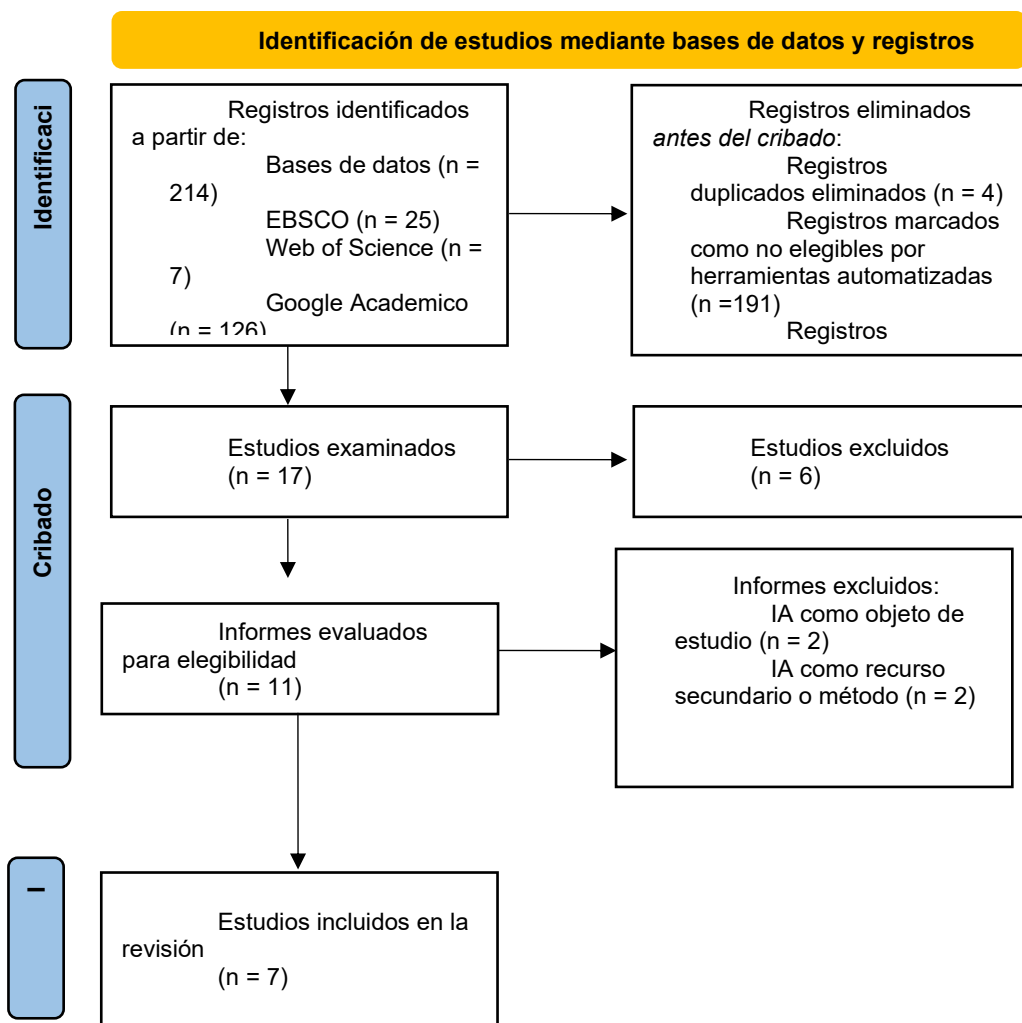
Mak y Thomas (2022) proponen una sexta fase, de carácter opcional, consistente en la consulta a partes interesadas (*stakeholders*) con el fin de validar hallazgos, identificar vacíos no explorados o enriquecer la interpretación. En el presente trabajo esta fase no se implementó de manera formal; no obstante, las discusiones sostenidas con el director del trabajo de grado cumplieron parcialmente esta función, al aportar retroalimentación sobre la pertinencia de los documentos seleccionados y sobre las categorías de análisis empleadas.

3.3 Resultados de la búsqueda por fuente consultada

El proceso de búsqueda, cribado y selección de los documentos se sintetiza en el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Page et al., 2021) que se presenta en la Figura 4. Aunque la metodología PRISMA no se utilizó en este documento, este diagrama permite visualizar de forma transparente y trazable las distintas fases de la revisión y los criterios aplicados para llegar a los siete documentos finalmente incluidos en el análisis.

Figura 4

Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de documento



Nota. Diagrama elaborado a partir de la plantilla PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas (Page et al., 2021), disponible bajo licencia CC BY 4.0.

Las cuatro fases del diagrama (identificación, cribado, elegibilidad e inclusión) muestran cómo, a partir de 216 registros identificados (214 a través de bases de datos y 2 por recomendación), se procedió al cribado de 17 estudios, a la evaluación de elegibilidad de 11 informes y, finalmente, a la inclusión de 7 documentos en la revisión. La sección siguiente detalla los hallazgos por cada fuente consultada.

Tabla 4*Hallazgos por fuente consultada en la revisión de alcance**Documentos identificados y seleccionados por fuente consultada*

	Fuente	Tipo de fuente	Documentos identificados	Documentos seleccionados	Observaciones
	Scopus	Base de datos	—	0	Se identificaron inconsistencias técnicas en la exportación de metadatos (intervalos de años distintos a los seleccionados, omisión de metadatos marcados e inclusión de documentos no relacionados). Tras evaluar la posibilidad de depurarlos manualmente, se optó por no incluir esta fuente por limitaciones de tiempo del investigador; se deja constancia de la limitación.
t	Dialne	Base de datos	—	0	No se identificaron documentos que cumplieran simultáneamente con los criterios de inclusión (periodo temporal, nivel educativo y enfoque explícito en educación matemática escolar con IA).
	Funes	Repositorio	—	0	No se identificaron documentos que cumplieran simultáneamente con los criterios de inclusión.
O	EBSCO (ERIC)	Base de datos	<u>25</u>	<u>2</u>	Fuerte indexación en revistas de educación y tecnología educativa; permitió identificar investigaciones con enfoque pedagógico más que exclusivamente técnico.
	Web of Science	Base de datos	<u>7</u>	<u>0</u>	Varios estudios abordaban niveles educativos distintos al escolar (educación

Fuente	Tipo de fuente	Documentos identificados	Documentos seleccionados	Observaciones
				superior o formación profesional), por lo que se incorporó explícitamente el nivel educativo como criterio de depuración.
Google Scholar	Motor de búsqueda académica	126	<u>4</u>	Ecuación aplicada en español ("IA" AND "Educación Estadística") por su capacidad de indexar literatura regional. Dado el alto volumen de resultados, la revisión se centró en la lectura de títulos.
Springer	Editorial	<u>56</u>	<u>0</u>	Se realizó una revisión exploratoria (lectura de títulos y resúmenes de los primeros resultados ordenados por relevancia) debido al alto volumen de publicaciones.
Total		<u>216</u>	<u>7</u>	

Nota. Elaboración propia. El guion (—) indica que no se consolidó un conteo estable de documentos identificados debido a las inconsistencias o alto volumen de resultados descrito en la columna de observaciones.

Resulta pertinente destacar que el hecho de que Springer haya aportado 56 documentos en la fase de identificación, pero ninguno haya superado los criterios de inclusión, y de que el corpus final se haya complementado con un documento acopiado por recomendación, no constituye una debilidad del proceso, sino una manifestación de su rigor metodológico. Este hallazgo es, en sí mismo, un resultado relevante de la revisión de alcance: evidencia que la intersección específica entre IA y educación estadística escolar es un campo aún incipiente en el catálogo de Springer y que el conocimiento experto de los

pares académicos (a través de la recomendación) puede complementar productivamente las búsquedas sistemáticas. Esta transparencia en la documentación de las búsquedas no productivas y de las fuentes complementarias es una práctica recomendada por Mak y Thomas (2022).

Precisiones sobre la revisión parcial de algunas fuentes

Algunas fuentes fueron revisadas de manera parcial. Esto se debe a que, en fuentes con alto volumen de resultados y ordenamiento por relevancia (Google Scholar, Springer y Web of Science), la revisión de títulos evidenció que a partir de cierto punto los documentos dejaban de estar alineados con la ecuación de búsqueda y los criterios de inclusión. En términos operativos, se estableció un criterio de *saturación por relevancia*: cuando se registraban al menos diez títulos consecutivos sin vinculación temática con el foco de la investigación, se daba por concluida la revisión en esa fuente. Esta decisión, si bien introduce un posible sesgo de selección al depender del criterio de relevancia con que cada base de datos ordena los resultados, es coherente con las prácticas reportadas en revisiones sistemáticas de alcance cuando el volumen de resultados es muy elevado (Mak y Thomas, 2022).

3.4 Análisis

3.4.1 Análisis descriptivo

A partir de la consolidación de la matriz de análisis, en la cual se organizaron los ítems iniciales (título, palabras clave, nivel educativo, tipo de IA, aportes, limitaciones y objetivos de cada documento), se procedió a realizar un análisis descriptivo de la información recopilada. Este análisis tuvo como propósito identificar regularidades,

tendencias y patrones presentes en los estudios seleccionados, en coherencia con los objetivos de la presente revisión.

En particular, se examinaron aspectos como la frecuencia de aparición de determinadas palabras clave, los niveles educativos más abordados en las investigaciones y los tipos de IA más utilizados en los contextos educativos reportados. Para ello, la información contenida en la matriz fue sistematizada y procesada con apoyo de una herramienta de IA generativa⁵, específicamente ChatGPT (modelo GPT-4), con el propósito de identificar regularidades y generar representaciones gráficas que facilitaran la visualización de los resultados.

A modo de transparencia metodológica, a continuación, se transcribe el *prompt* principal empleado:

“A partir de la siguiente matriz de análisis en formato CSV, que contiene información de 7 artículos académicos (autor, año, país, nivel educativo, tipo de IA, objetivo, resultados principales y limitaciones), identifica: (1) la frecuencia de aparición de las palabras clave reportadas; (2) la distribución de los estudios por año de publicación y por país; (3) los niveles educativos más abordados; y (4) los tipos de IA más utilizados. Presenta los resultados en tablas de frecuencia y sugiere el tipo de gráfico más adecuado para cada caso. No interpretes los hallazgos; límitate a organizar y cuantificar la información.”

Cabe señalar que el uso de esta herramienta se circunscribió exclusivamente a funciones de organización y visualización de datos; la interpretación, la validación de los resultados y la toma de decisiones analíticas se realizaron en su totalidad por el

⁵ La inteligencia artificial generativa (IA generativa) es un tipo de inteligencia artificial capaz de crear contenidos nuevos, como textos, imágenes, audio, video o código, a partir de patrones aprendidos de grandes volúmenes de datos.

investigador. Cada tabla y gráfico generado por la herramienta fue verificado manualmente contra la matriz original antes de ser incorporado al análisis.

Este análisis descriptivo constituye la base para la etapa interpretativa que se desarrolla en la siguiente sección, donde los hallazgos numéricos se ponen en diálogo con los marcos conceptuales del estudio.

3.4.2 Sistematización y análisis comparativo de los estudios

Posterior a la fase de análisis descriptivo y una vez identificadas las principales características generales del corpus documental, se avanzó hacia una etapa de sistematización orientada a profundizar en el contenido de los estudios seleccionados. Como resultado de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el protocolo metodológico, se consolidó un conjunto de documentos que cumplían con las condiciones requeridas para la presente revisión de alcance.

A partir de estos textos, se elaboraron resúmenes analíticos que recogen sus elementos más relevantes (autores, año, objetivos, tipo de IA empleada, nivel educativo, resultados y limitaciones reportadas), con el propósito de facilitar su análisis y comparación sistemática. Con base en dichos resúmenes, se construyó una tabla comparativa en la que se organizaron aspectos clave como el tipo de IA utilizada, su forma de uso, el nivel educativo abordado y las principales características o limitaciones identificadas en cada estudio. Esta herramienta permitió establecer contrastes y convergencias entre las investigaciones, evidenciando tanto las especificidades de cada una como los patrones transversales que emergen del conjunto.

En este sentido, la presente sección tiene como objetivo exponer los resúmenes analíticos de los textos seleccionados, los cuales constituyen el fundamento para la construcción de la tabla comparativa y el análisis posterior. De esta manera, se establece un puente metodológico entre el proceso de selección documental y la interpretación de los resultados.

Oportunidades y desafíos de la IA para la Estadística y la Probabilidad en los currículos escolares de Matemáticas (2025)

Resumen

El documento examina el papel que la IA puede desempeñar en la enseñanza de la estadística y la probabilidad dentro de los currículos escolares, con especial atención al contexto latinoamericano. A partir de discusiones académicas recientes, se argumenta que estas áreas han tenido históricamente una presencia limitada en la educación matemática, y que su enseñanza ha tendido a centrarse en procedimientos mecánicos más que en la interpretación crítica de datos y el desarrollo del razonamiento probabilístico.

En este marco, el documento introduce el concepto de estadística cívica, entendida como la capacidad de los ciudadanos para interpretar datos y tomar decisiones informadas en la vida cotidiana. A partir de este enfoque, el autor identifica cinco oportunidades concretas para la enseñanza: (1) la personalización del aprendizaje mediante sistemas de tutoría inteligente que ajustan los ejercicios al nivel de dominio de cada estudiante; (2) la visualización avanzada de datos a través de gráficos interactivos y simulaciones dinámicas de distribuciones, probabilidades y correlaciones; (3) la simulación y experimentación en entornos virtuales para representar eventos aleatorios; (4) el acceso a grandes volúmenes de datos reales para trabajar con problemas auténticos; y (5) el apoyo al profesor mediante la

automatización de tareas como la generación de cuestionarios, la corrección automática y la retroalimentación instantánea.

Sin embargo, el documento identifica de manera crítica diversos desafíos asociados a esta integración. Entre ellos, se destacan la brecha digital entendida como las diferencias en el acceso a tecnología e internet entre distintas poblaciones, la insuficiente formación docente en el uso pedagógico de estas herramientas, el riesgo de dependencia tecnológica que podría deteriorar las habilidades de razonamiento autónomo de los estudiantes, y las implicaciones éticas relacionadas con el uso de datos, incluyendo aspectos de privacidad y sesgo algorítmico. Asimismo, el documento advierte sobre el riesgo de que el uso acrítico de herramientas de IA llegue a reemplazar el desarrollo del razonamiento matemático en lugar de potenciarlo.

Finalmente, se concluye que la integración efectiva de la IA en la educación estadística requiere un enfoque pedagógico equilibrado, que considere tanto sus beneficios como sus limitaciones, y que esté respaldado por políticas educativas orientadas a garantizar su implementación adecuada y equitativa en los distintos contextos escolares.

Teaching and Learning to Construct Data-Based Decision Trees Using Data Cards — Fleischer et al. (2024)

Resumen

El documento presenta una propuesta didáctica en la que estudiantes de educación media construyen árboles de decisión a partir de datos representados en tarjetas físicas. El objetivo central consiste en introducir conceptos básicos del aprendizaje automático mediante actividades de carácter manipulativo, en las que los estudiantes clasifican información utilizando variables y reglas de decisión, sin necesidad de recurrir a dispositivos tecnológicos.

Las actividades se desarrollan a partir de un conjunto de datos relacionados con alimentos, donde los estudiantes determinan si un alimento es nutricionalmente recomendable o no, aplicando criterios basados en valores nutricionales. A partir de este contexto, construyen árboles de decisión mediante la selección de variables relevantes, la definición de umbrales de clasificación y la evaluación del margen de error de sus modelos.

El enfoque utilizado sigue la metodología denominada *unplugged*, es decir, sin uso de tecnología digital, lo que favorece que los estudiantes comprendan de manera explícita y reflexiva el proceso de construcción del modelo. Los resultados muestran que los estudiantes son capaces de desarrollar estrategias progresivas para organizar los datos y mejorar sus clasificaciones, especialmente cuando incorporan criterios de ordenamiento de la información según las variables seleccionadas.

El documento concluye que es posible introducir conceptos propios del aprendizaje automático en niveles escolares mediante actividades simplificadas y accesibles, y que este tipo de propuestas facilita el trabajo con ideas fundamentales vinculadas a los datos, la clasificación y la toma de decisiones basadas en evidencia.

A New Era of Learning: Considerations for ChatGPT as a Tool to Enhance Statistics and Data Science Education — Ellis y Slade (2023)

Resumen

El documento examina el papel de ChatGPT en la enseñanza de la estadística y la ciencia de datos, en un momento en que las herramientas de IA generativa han comenzado a suscitar preocupaciones significativas en el ámbito educativo, particularmente en relación con el plagio y la integridad académica. Frente a este escenario, los autores argumentan que, en lugar de restringir o prohibir el uso de estas herramientas, resulta necesario explorar sus posibilidades pedagógicas de manera crítica y reflexiva. Para ilustrar este punto,

establecen una analogía con la calculadora, una tecnología que inicialmente generó resistencia en la comunidad educativa, pero que posteriormente fue incorporada de forma provechosa en el aula.

El texto describe a ChatGPT como un modelo de lenguaje de gran escala, capaz de generar explicaciones conceptuales, resolver problemas matemáticos y producir código de programación, y presenta ejemplos concretos de cómo puede responder preguntas sobre conceptos estadísticos fundamentales, como los intervalos de confianza y el valor p . Estas respuestas pueden ajustarse a distintos niveles de complejidad, desde explicaciones técnicas hasta versiones más accesibles, aunque también pueden presentar imprecisiones o interpretaciones incorrectas que deben ser identificadas críticamente.

Además, el documento plantea una tipología de usos posibles de ChatGPT en el contexto educativo, tanto para profesores como para estudiantes. En el caso de los profesores, se señala su utilidad para la generación de materiales didácticos como preguntas de evaluación, ejercicios y ejemplos contextualizados, así como para el apoyo en tareas de programación. En cuanto a los estudiantes, se proponen actividades en las que comparan sus propias respuestas con las producidas por la IA, o analizan el código generado, promoviendo así el desarrollo del pensamiento crítico.

Finalmente, los autores concluyen que el uso de ChatGPT en la educación es un fenómeno inevitable, razón por la cual el rol del profesor debe orientarse a guiar su uso de manera crítica e informada, evitando que esta herramienta se convierta en un sustituto del razonamiento estadístico y favoreciendo, en cambio, su integración como recurso complementario en el proceso de aprendizaje.

What Does Preparing Our Boys and Girls to Interact with Artificial Agents Mean? — Sheikh et al. (2023)

Resumen

El documento plantea la necesidad de preparar a niños para interactuar con agentes artificiales en un contexto en el que la IA está cada vez más integrada en la vida cotidiana. Se argumenta que estos sistemas operan a partir del uso de datos y modelos estadísticos, razón por la cual resulta fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan comprender cómo se generan, procesan y utilizan las decisiones automatizadas. En este sentido, el artículo propone que la educación matemática debe incorporar de manera articulada tanto el pensamiento estadístico como el pensamiento computacional, dado que ambas dimensiones permiten analizar datos, identificar patrones y comprender procesos algorítmicos.

El texto describe el pensamiento computacional como un conjunto de procesos que incluyen la descomposición de problemas, la abstracción, el diseño de algoritmos y la evaluación iterativa de soluciones, mientras que el pensamiento estadístico se enfoca en la recolección, el análisis y la interpretación de datos, así como en la comprensión de la variabilidad y la incertidumbre. A partir de esta articulación conceptual, se presentan actividades didácticas dirigidas a estudiantes de educación inicial y primaria, diseñadas para trabajar con datos a través de juegos, narrativas y tareas colaborativas. En el desarrollo de estas actividades, los estudiantes formulan preguntas investigables, recolectan datos, los organizan en representaciones, identifican patrones y toman decisiones fundamentadas en la información obtenida.

El documento señala que los estudiantes pueden desarrollar estas competencias desde edades tempranas y que este tipo de experiencias les permite comprender mejor el

funcionamiento de los sistemas basados en datos, incluyendo aquellos vinculados a la IA. Asimismo, se menciona que metodologías como el *lesson study* pueden apoyar la implementación de estas propuestas en el aula, aunque se reconocen dificultades asociadas a la disponibilidad de recursos y a ciertas concepciones profesores sobre la complejidad inherente de estos contenidos en niveles escolares iniciales.

A Scoping Survey of ChatGPT in Mathematics Education — Pepin et al. (2025)

Resumen

El documento presenta una revisión de alcance (*scoping review*) sobre el uso de ChatGPT en la educación matemática, con el objetivo de identificar las principales formas en que esta herramienta está siendo utilizada en dicho campo, así como sus beneficios y limitaciones más frecuentemente reportados. Para ello, los autores analizan un conjunto de estudios publicados recientemente y organizan los hallazgos en categorías temáticas relacionadas con el uso pedagógico de la herramienta.

El texto indica que ChatGPT se emplea principalmente como recurso de apoyo en la enseñanza de contenidos matemáticos, permitiendo generar explicaciones conceptuales, resolver problemas paso a paso y acompañar procesos de aprendizaje de manera personalizada. No obstante, se señala que su nivel de precisión tiende a ser mayor en problemas de baja complejidad, y que puede presentar errores o razonamientos incorrectos ante tareas que demandan un pensamiento más profundo y estructurado.

Desde la perspectiva del profesor, el documento describe el uso de ChatGPT para la planificación de clases, la creación de materiales didácticos y el diseño de evaluaciones, así como su rol en la generación de retroalimentación formativa. Para los estudiantes, se

destaca su utilidad en el aprendizaje autónomo, permitiendo resolver dudas y explorar distintas aproximaciones a un mismo problema. El artículo también identifica riesgos relevantes, como la posible disminución del pensamiento crítico, la dependencia de la herramienta y las inconsistencias en la precisión de las respuestas. Finalmente, se hace referencia a algunos estudios específicamente relacionados con estadística y probabilidad, aunque estos no constituyen el eje central de la revisión.

IA y Aprendizaje Automático en la Educación Estadística — Torres-Gordillo (2024)

Resumen

El artículo, de autoría de Víctor Alfonso Torres-Gordillo, examina de qué manera la IA y el aprendizaje automático están transformando la enseñanza de la estadística en el contexto de la educación superior colombiana, con énfasis en la mejora de la comprensión conceptual y la personalización del proceso formativo. El estudio adopta un diseño mixto de carácter explicativo-secuencial con enfoque cuasiexperimental, aplicado a 120 estudiantes de pregrado del área de Ciencias Económicas y Administrativas. La investigación compara los resultados de un grupo control sometido a metodologías de enseñanza tradicionales con los de un grupo experimental, que interactuó con plataformas adaptativas basadas en IA durante un período de dieciséis semanas.

El documento aborda la aplicación de la IA en el ámbito educativo en términos generales y, de manera específica, su rol en la educación estadística, mediante el uso de algoritmos como redes bayesianas y técnicas de aprendizaje profundo. Entre los beneficios identificados se destacan la personalización de los contenidos, la retroalimentación inmediata y la detección temprana de dificultades conceptuales. Como contrapartida, se reconocen desafíos significativos, entre los que sobresalen la brecha digital, la ética

algorítmica y el riesgo de dependencia tecnológica. El autor critica los enfoques tradicionales de carácter mecánico y aboga por la implementación de modelos híbridos que articulen las capacidades de la IA con el acompañamiento pedagógico del profesor.

El impacto del aprendizaje basado en aplicaciones móviles y IA en la comprensión de variables aleatorias discretas — Avendaño-López et al. (2024)

Resumen

El artículo estudia el proceso de enseñanza y aprendizaje de variables aleatorias discretas específicamente de las distribuciones de Bernoulli, binomial, hipergeométrica y Poisson con 95 estudiantes de sexto semestre del plantel CETIS 167, en México. La propuesta didáctica integra el uso de la aplicación móvil "*Probability Distributions*" y el modelo de lenguaje Meta IA (Llama 3.1) como herramientas complementarias dentro del proceso formativo. La aplicación facilitó la realización de cálculos precisos, la generación de representaciones gráficas y un mayor enfoque en la comprensión conceptual; en tanto, el modelo de lenguaje apoyó a los estudiantes en la clasificación de distribuciones y en la identificación de pasos procedimentales, aunque se registraron errores numéricos en ciertas operaciones, por ejemplo, un margen de error aproximado del 11% en el caso de la distribución hipergeométrica.

La secuencia didáctica contempló una explicación inicial de las distribuciones, una fase de práctica con la aplicación móvil para el cálculo de probabilidades y la elaboración de gráficos, y una evaluación mediante cuatro ejercicios de aplicación. El estudio realiza una comparación de carácter cualitativo entre el uso de la aplicación y el del modelo de lenguaje, considerando variables como la precisión, las capacidades de visualización y la formulación de conclusiones. Se observó que los estudiantes otorgaron mayor relevancia al análisis conceptual en detrimento del cálculo manual.

Los autores concluyen que la combinación de aplicaciones móviles e IA favorece una comprensión más profunda de los conceptos estadísticos y potencia la capacidad de resolución de problemas en contextos reales, aunque requiere una mediación activa del profesor para gestionar aspectos éticos y garantizar la precisión de los resultados. El estudio sugiere la adopción de una planificación didáctica de naturaleza híbrida y propone la realización de investigaciones futuras con enfoques cuantitativos más robustos. Aunque este estudio se desarrolla en el nivel de educación media superior y no estrictamente escolar, se incluyó en el corpus porque aborda de manera directa contenidos de estadística y probabilidad presentes también en el currículo escolar (las distribuciones de probabilidad) y porque ofrece un ejemplo concreto y documentado de integración didáctica de la IA, cuyas estrategias resultan transferibles a la enseñanza escolar de la estadística.

Exploring the Use of ChatGPT in Learning and Instructing Statistics and Data Analytics — Xing (2024)

Resumen

El documento explora las capacidades, limitaciones y aplicaciones prácticas de ChatGPT-3.5 en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística y el análisis de datos, con énfasis particular en los temas de regresión lineal y áreas afines. La investigación se estructura en dos fases: una primera fase de exploración sistemática mediante 29 *prompts* distribuidos en diez categorías temáticas que incluyen preguntas conceptuales, análisis de datos y apoyo a la enseñanza y una segunda fase de discusión con recomendaciones prácticas para su implementación pedagógica.

Entre los aspectos positivos identificados, se destaca que ChatGPT responde adecuadamente a preguntas conceptuales de alto nivel como la diferencia entre el coeficiente de determinación ajustado y el R^2 tradicional, genera código funcional en R

para el ajuste de modelos de regresión lineal, elabora tablas comparativas de modelos estadísticos, apoya la planificación de proyectos de análisis de datos, facilita la creación de problemas de evaluación, quizzes y rúbricas, y resulta especialmente útil para estudiantes no angloparlantes en tareas de redacción técnica en inglés.

No obstante, el estudio también documenta limitaciones relevantes, como la presencia de inexactitudes en fórmulas matemáticas, la generación de referencias bibliográficas falsas (alucinaciones), la producción de respuestas inconsistentes ante preguntas repetidas, y la ausencia de acceso a datos reales o actualizados. Asimismo, se identifican errores en las guías de uso para software de interfaz gráfica como SAS Enterprise Miner, sesgos derivados de los datos de entrenamiento y una incapacidad estructural para generar ideas genuinamente novedosas.

A modo de conclusión, los autores recomiendan tratar a ChatGPT como un compañero de estudio que impulsa el pensamiento crítico, antes que como una fuente de información primaria. Proponen verificar siempre las respuestas contrastándolas con fuentes académicas, utilizarlo como apoyo en tareas de exploración inicial y generación de código, y enfatizar el desarrollo de competencias en ingeniería de *prompts* como parte del currículo estadístico. Asimismo, advierten sobre la necesidad de integrar el uso ético de la IA de forma explícita en las dinámicas del aula.

***Statistical Thinking for the Era of Big Data and Artificial Intelligence —
González et al. (2020)***

Resumen

El documento analiza la transformación del pensamiento estadístico en el contexto actual, caracterizado por el uso masivo de datos y el creciente protagonismo de la IA. Su propósito principal es identificar y describir los procesos cognitivos que los estudiantes

necesitan desarrollar para trabajar con big data, señalando que los enfoques tradicionales de la estadística resultan insuficientes para responder a las exigencias de la sociedad digital contemporánea.

Los autores enmarcan su propuesta en el proyecto *Inclusive Mathematics for Sustainability in a Digital Economy* (InMside), financiado por el foro APEC, cuyo propósito es desarrollar competencias en *big data* para el nivel escolar. Contrastan los marcos tradicionales de pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999; Franklin et al., 2007; Watson, 2016, como se citan en González et al., 2020), ejemplificados con preguntas escolares del tipo «¿los estudiantes de sexto grado con ojos castaños tienen tiempos de reacción más rápidos que sus compañeros?» (Watson y English, 2018), con la realidad del big data, en la que los estudiantes deben trabajar con datos oportunistas ya recolectados por otros.

En este sentido, el texto explica que el big data se ha consolidado como un fenómeno central en múltiples ámbitos de la actividad humana, caracterizándose por sus cinco dimensiones fundamentales, conocidas como las «5V»: volumen, velocidad, variedad, veracidad y valor. Estos grandes conjuntos de datos requieren herramientas avanzadas como plataformas basadas en IA y aprendizaje automático que permiten identificar patrones, relaciones y tendencias inaccesibles mediante métodos convencionales. En consecuencia, el análisis de datos deja de ser un proceso lineal y planificado para transformarse en uno más exploratorio e iterativo.

El documento contrasta el enfoque tradicional del pensamiento estadístico que parte de una pregunta, recoge datos y obtiene respuestas con el nuevo paradigma derivado del big data, en el que el proceso se invierte: se parte de grandes volúmenes de datos preexistentes

(también llamados datos oportunistas, es decir, recolectados de manera no sistemática para fines distintos a los del análisis posterior), se exploran en busca de patrones emergentes y, a partir de estos hallazgos, se formulan preguntas relevantes. Este cambio implica una transformación profunda en la didáctica de la estadística, orientándola hacia un pensamiento más creativo, crítico y exploratorio.

A partir de esta necesidad, los autores proponen un nuevo marco de pensamiento estadístico compuesto por seis fases interrelacionadas: (1) evaluación de la calidad de los datos, considerando su origen, confiabilidad y pertinencia; (2) identificación de patrones y relaciones mediante herramientas de análisis apoyadas en IA; (3) formulación de preguntas emergentes a partir de los hallazgos; (4) establecimiento de objetivos que orienten la investigación; (5) minería de datos, en la cual se profundiza el análisis utilizando técnicas de estadística, IA y aprendizaje automático; y (6) diseño de soluciones o estrategias a partir de los resultados obtenidos. Este proceso es de naturaleza iterativa, lo que implica que puede repetirse y ajustarse de manera continua.

El artículo ilustra este modelo a través de un ejemplo relacionado con el envejecimiento poblacional en países del foro APEC, utilizando Google *Trends* como plataforma de IA. Los autores comparan las búsquedas de los términos *social security* y *nursing home* entre 2004 y 2019, evidenciando que en países como Japón, Canadá y Estados Unidos predominan las búsquedas sobre *nursing home*, mientras que en Chile, Perú y Corea del Sur predominan las de *social security*. A partir de estos patrones formulan preguntas explicativas, las contrastan con pirámides poblacionales de Japón, Canadá y Estados Unidos en 2018, y proponen ideas de diseño concretas como planes de negocio orientados a adultos mayores, servicios de cuidado domiciliario, comercio electrónico para

personas mayores o agencias de reclutamiento de personal de enfermería extranjero. Finalmente, el documento concluye que es fundamental transformar la educación estadística escolar para incluir el análisis de *big data* y el uso de herramientas basadas en IA, proponiendo que los estudiantes se conviertan tanto en «detectives de datos» como en «forenses de datos», capaces de recolectar, interpretar y evaluar información de manera crítica y fundamentada.

Perspectiva sobre el papel de la IA en la mejora de la alfabetización estadística: una revisión sistemática en educación — Hariyanti et al. (2025)

Resumen

El documento presenta un análisis exhaustivo de investigaciones recientes sobre el modo en que la IA está contribuyendo al desarrollo de la alfabetización estadística en distintos contextos educativos. Su objetivo principal consiste en identificar tendencias, beneficios, desafíos y vacíos en la literatura sobre el uso de la IA en educación estadística, con el fin de comprender el impacto efectivo de estas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística. Para ello, el estudio adopta una metodología de revisión sistemática, lo que implica la recopilación, selección y análisis riguroso de múltiples investigaciones previas.

A partir de este proceso, los autores organizan los hallazgos en diversas categorías que permiten comprender cómo la IA está siendo integrada en la educación estadística. En términos generales, se observa un crecimiento significativo en el uso de herramientas basadas en IA, especialmente en áreas como el análisis de datos, la visualización, la retroalimentación automática y la personalización del aprendizaje.

En particular, los autores organizan las herramientas de IA identificadas en cinco categorías: (1) modelos de lenguaje generativo, como ChatGPT, empleados para explicar conceptos como valores p , intervalos de confianza y modelos de regresión; (2) algoritmos de aprendizaje automático para análisis de datos, como bosques aleatorios (*Random Forest*), árboles de decisión, redes neuronales artificiales y máquinas de vectores de soporte; (3) plataformas de análisis y visualización estadística, como Jupyter Notebook, CODAP y aplicaciones Shiny, que permiten exploración interactiva de datos; (4) tecnologías de análisis del comportamiento del aprendizaje, como el seguimiento ocular (*eye-tracking*) y la analítica multimodal del aprendizaje; y (5) sistemas de *big data* y estadística oficial, como *Trusted Smart Statistics* y procesamiento de lenguaje natural.

Uno de los aportes centrales del documento es evidenciar que la IA puede mejorar la alfabetización estadística al facilitar la comprensión de conceptos de alta complejidad. Esto se logra mediante sistemas que adaptan los contenidos al nivel del estudiante, ofrecen explicaciones inmediatas y permiten interactuar con datos de manera dinámica y contextualizada. De esta forma, los estudiantes no solo aprenden a ejecutar procedimientos, sino que desarrollan capacidades para interpretar información, analizar datos en contextos reales y tomar decisiones fundamentadas.

Además, el uso de IA promueve un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante, al posibilitar la exploración de datos reales, la generación de simulaciones y la visualización de resultados, aspectos que fortalecen el pensamiento crítico y la capacidad analítica. En este marco, la alfabetización estadística se concibe no únicamente como el dominio de técnicas procedimentales, sino como la competencia para comprender y utilizar datos en situaciones de la vida real.

Entre los ejemplos escolares concretos reportados, destacan la construcción de árboles de decisión con tarjetas de datos como introducción al aprendizaje automático en educación media (Fleischer et al., 2024), el uso de CODAP con estudiantes bilingües para analizar datos sobre poblaciones de abejas mediante sensores (Leavy et al., 2024) y el empleo de seguimiento ocular para analizar las interpretaciones que los estudiantes hacen de histogramas y diagramas de puntos (Boels et al., 2023). Los respondientes principales de los estudios revisados incluyen estudiantes universitarios, de educación media, profesores en formación y profesionales de la estadística, lo que muestra que la integración de IA en la enseñanza de la estadística se está abordando desde la educación básica hasta la formación profesional.

Cabe precisar que, a diferencia del presente trabajo, la revisión de Hariyanti et al. (2025) se focaliza en la alfabetización estadística como competencia transversal y privilegia estudios mayoritariamente situados en niveles universitarios y en la literatura anglosajona. El presente trabajo de grado, en cambio, se orienta específicamente hacia la enseñanza escolar de la estadística y hacia el contexto iberoamericano, lo cual delimita un foco teórico y metodológico distinto que justifica su pertinencia frente a revisiones recientes ya disponibles.

No obstante, el documento también identifica limitaciones importantes, entre las que se destacan la escasa formación docente en el uso pedagógico de herramientas de IA, las dificultades para integrar estas tecnologías en los currículos educativos de manera coherente y sistemática, y los riesgos de dependencia tecnológica. Se advierte, asimismo, que no todas las herramientas garantizan aprendizajes significativos, especialmente cuando se utilizan sin una orientación pedagógica adecuada. El documento concluye que el

verdadero potencial de la IA para transformar la enseñanza de la estadística depende de su integración pedagógica cuidadosa, y recomienda promover la formación docente, el diseño de estrategias didácticas pertinentes y la investigación continua sobre su impacto en distintos contextos educativos.

Eye-tracking research in mathematics and statistics education: recent developments and future trends — Schindler et al. (2023)

Resumen

El documento presenta una revisión sistemática de investigaciones recientes sobre el uso del seguimiento ocular (*eye-tracking*) en la educación matemática y estadística, con el objetivo de identificar tendencias, aportes metodológicos y proyecciones futuras en este campo. A través de un análisis estructurado con base en el protocolo PRISMA, los autores recopilan y examinan estudios publicados entre 2019 y 2024, provenientes de bases de datos académicas y actas de conferencias especializadas en educación matemática.

El estudio describe, en primer lugar, las características generales del corpus analizado. Se evidencia que el número de investigaciones ha sido relativamente estable en los últimos años, con un crecimiento incipiente en períodos más recientes, y que existe una tendencia progresiva a incluir participantes de niveles escolares, no exclusivamente universitarios. Igualmente, se observa que el tamaño de las muestras tiende a aumentar y que las investigaciones abarcan contenidos matemáticos variados como geometría, funciones, álgebra y estadística, lo cual refleja la amplitud de aplicaciones del *eye-tracking* en la educación.

En cuanto a sus aportes, el documento destaca que el seguimiento ocular es una herramienta poderosa para comprender los procesos cognitivos de los estudiantes, especialmente en lo que respecta a la atención visual, la comprensión de conceptos y la

resolución de problemas. Esta tecnología permite analizar hacia dónde dirigen la mirada los estudiantes, el tiempo que permanecen en determinados elementos y las variaciones de atención en función de la complejidad de las tareas o el diseño de los materiales. Así, se obtiene evidencia valiosa para mejorar el diseño de recursos educativos digitales, haciéndolos más efectivos y ajustados a las necesidades del estudiante.

Además, el estudio muestra que el *eye-tracking* no se limita al análisis del aprendizaje estudiantil, sino que también permite investigar aspectos pedagógicos y didácticos, como la interacción profesor-estudiante, las estrategias de apoyo del profesor y los procesos de evaluación en el aula. Se identifican, asimismo, fenómenos afectivos relevantes, como la motivación y la ansiedad matemática, lo que amplía el alcance de esta tecnología más allá de la dimensión puramente cognitiva.

Finalmente, el artículo proyecta nueve tendencias futuras identificadas con apoyo de IA, entre las que se destacan el desarrollo de sistemas de aprendizaje adaptativo en tiempo real, el uso de IA para el análisis de datos de seguimiento ocular, la investigación sobre la atención de los profesores, la identificación automatizada de dificultades de aprendizaje y la integración del *eye-tracking* con otras fuentes de datos y tecnologías emergentes. En conjunto, estas tendencias apuntan hacia una mayor articulación entre tecnologías avanzadas, análisis de datos y prácticas educativas innovadoras.

A partir del análisis de los resúmenes de los documentos inicialmente identificados, se llevó a cabo un proceso de depuración que permitió descartar aquellos estudios que no se ajustaban de manera directa al enfoque de la presente investigación. En este sentido, fueron excluidos los trabajos *IA y Aprendizaje Automático en la Educación Estadística*, *Eye-tracking research in mathematics and statistics education: recent developments and future*

trends, What Does Preparing Our Boys and Girls to Interact with Artificial Agents Mean? y *Teaching and Learning to Construct Data-Based Decision Trees Using Data Cards*, dado que, si bien abordan elementos vinculados a la IA o a la educación, no hacen uso directo de herramientas de IA en contextos de aula orientados a la enseñanza y el aprendizaje de la estadística. En estos casos, la IA es tratada principalmente como objeto de estudio, como marco conceptual o como recurso secundario dentro del desarrollo de las investigaciones.

A partir de esta revisión, se reconocen tres grandes enfoques en la literatura especializada: (1) el uso de la IA como herramienta pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje, enfoque en el cual se enmarca la presente investigación; (2) el estudio de la IA como objeto de estudio en sí mismo; y (3) el uso de la IA como medio para analizar procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística. Con base en estos criterios, se seleccionaron finalmente siete documentos que responden de manera directa al objetivo del estudio. Con el fin de ofrecer una visión sintética y comparable de estos documentos, la Tabla 5 los organiza según su autoría, objetivo, tipo de IA empleada, forma de uso, nivel educativo, aportes y limitaciones; esta sistematización constituye la base sobre la que se desarrolla el análisis de resultados presentado en el siguiente capítulo.

Tabla 5

Tabla comparativa de los estudios seleccionados sobre el uso de la IA en la educación estadística

Auto r / Año	Título	Objetivo del estudio	Tipo de IA	Forma de uso	Nivel educativo	Aportes	Limitaci ones
Aven daño-López et al. (2024)	<i>El impacto del aprendizaje basado en aplicaciones móviles y IA en la comprensión de variables aleatorias discretas — Avendaño- López et al. (2024)</i>	Evaluar el impacto del uso combinado de aplicaciones móviles e IA en la comprensión de variables aleatorias discretas	Mode lo de lenguaje (Meta IA – Llama 3.1)	Apoyo en resolución de problemas y explicación de procedimientos	Educa ción superior	Favorec e comprensión conceptual, uso de gráficos, reduce cálculo manual	Errores numéricos en IA; requiere mediación profesor activa
Xing (2024)	<i>Exploring the Use of ChatGPT in Learning and Instructing Statistics and Data Analytics — Xing (2024)</i>	Explorar capacidades, aplicaciones y limitaciones de ChatGPT en estadística	Mode lo de lenguaje (ChatGPT 3.5)	Generación de explicaciones, código, evaluaciones y apoyo en redacción	Educa ción superior	Apoya la enseñanza, generación de materiales y comprensión conceptual	Errores, alucinaciones, inconsistencias; falta de verificación
Gonz ález et al. (2020)	<i>Statistical Thinking for the Era of Big Data and Artificial Intelligence — González et al. (2020)</i>	Proponer un nuevo marco de pensamiento estadístico adaptado al Big Data y la IA	IA y aprendizaje automático	Exploración de datos, identificación de patrones, minería de datos	Gener al / Transversal	Nuevo modelo de pensamiento estadístico (6 fases); enfoque exploratorio e iterativo	Requiere cambios curriculares y nuevas competencias profesores
Hariy anti et al. (2025)	<i>The role of AI in enhancing statistical literacy: A systematic review in education</i>	Analizar el impacto de la IA en la alfabetización estadística mediante revisión sistemática	IA educativa y sistemas adaptativos	Personalizaci ón, visualización de datos, retroalimentación automática	Múltip les niveles	Mejora la comprensión, pensamiento crítico y análisis de datos	Falta de formación docente; integración curricular limitada
Ellis y Slade (2023)	<i>A New Era of Learning: Considerations for</i>	Analizar el potencial de ChatGPT como	Mode lo de lenguaje (ChatGPT)	Generación de explicaciones, ejercicios, apoyo en	Educa ción superior	Facilita la comprensión de conceptos	Errores conceptuales, interpretaciones

	<i>ChatGPT as a Tool to Enhance Statistics and Data Science Education — Ellis y Slade (2023)</i>	herramienta de apoyo en estadística		programación y contraste de respuestas		estadísticos y aprendizaaje autónomo	incorrectas; posible dependencia en evaluaciones
Pepin et al. (2025)	<i>Scoping Survey of ChatGPT in Math Education</i>	Explorar usos, beneficios y limitaciones de ChatGPT en educación matemática	Mode lo de lenguaje (ChatGPT)	Resolución de problemas, generación de explicaciones, planeación de clases y evaluaciones	Mixto (escolar y universitario)	Amplía posibilidades didácticas y favorece la enseñanza personalizada	Baja precisión en problemas complejos; dependencia tecnológica; afectación del pensamiento crítico
Chaves-Esquivel (2025)	<i>Oportunidades y desafíos de la IA para la Estadística y la Probabilidad en los currículos escolares de Matemáticas — Chaves-Esquivel (2025)</i>	Identificar posibilidades y retos de integrar la IA en la enseñanza de la estadística escolar	No especificada	Personalización del aprendizaje, simulaciones, visualización y análisis de datos (propuestas)	Escola	Propone la integración de la IA en el currículo de estadística escolar	Brecha digital; falta de formación docente; implicaciones éticas

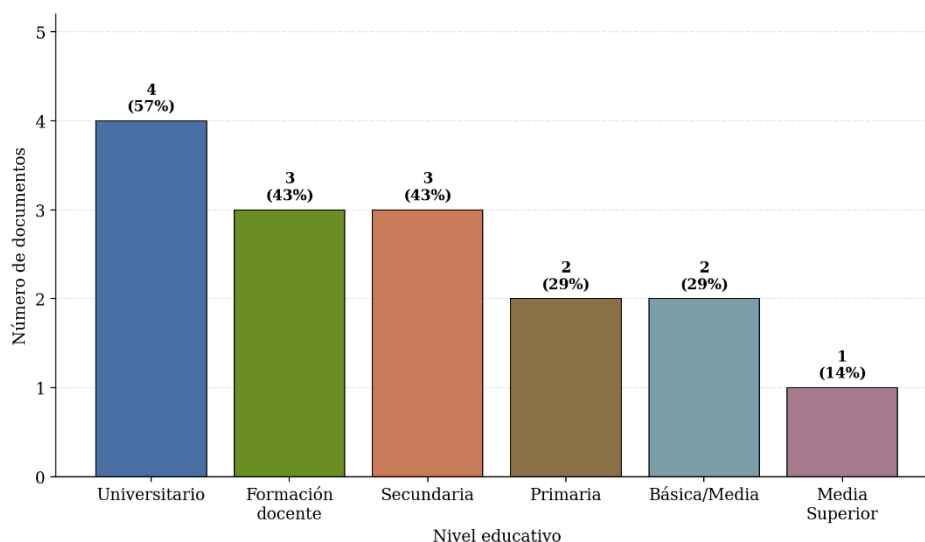
4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los siete documentos que conforman el corpus de la revisión. El capítulo se organiza en torno a las dimensiones definidas en la matriz de sistematización: en primer lugar, se exponen los hallazgos descriptivos relativos al nivel educativo, las palabras clave y los tipos de IA identificados en los estudios; posteriormente, se desarrolla un análisis de contenido sobre los objetivos, aportes, resultados y limitaciones reportados; finalmente, se ofrece un análisis integral de las tendencias, aportes y vacíos identificados, y su articulación con el marco de referencia del trabajo.

4.1 Análisis del Nivel Educativo

Como primera dimensión del análisis descriptivo del corpus, se examinó el nivel educativo en el que se desarrollan los estudios seleccionados. Es importante precisar que no todos los documentos se circunscriben a un único nivel educativo: algunos, como las revisiones sistemáticas y de alcance, abarcan varios niveles de manera simultánea o no se enfocan en ninguno en particular, por lo que la suma de los documentos por nivel supera el total del corpus. La Figura 6 presenta esta distribución, que permite identificar el alcance escolar o universitario de las experiencias documentadas en la literatura revisada.

Figura 6

Distribución de los documentos analizados según nivel educativo

Nota: La suma supera 7 porque algunos documentos abordan múltiples niveles educativos.

A partir de la distribución de los documentos analizados, se observa un claro predominio del nivel universitario, que representa aproximadamente el 55% del corpus analizado (es decir, 4 de los 7 documentos). Este resultado sugiere que la investigación sobre el uso de la IA en la educación estadística se ha desarrollado prioritariamente en contextos de educación superior, ámbito en el que tanto la complejidad de los contenidos como el acceso a herramientas tecnológicas para el análisis de datos tienden a ser más favorables. En estos entornos, los modelos de lenguaje y los sistemas adaptativos han encontrado mayor receptividad, lo cual podría explicarse parcialmente, según algunos de los estudios revisados (Ellis y Slade, 2023; Xing, 2024), porque en este nivel los estudiantes y profesores suelen disponer de mayor margen para incorporar tecnologías emergentes en sus prácticas, aunque esta interpretación requiere mayor investigación.

En segundo lugar, aparece la educación básica y media, lo cual resulta significativo, pues evidencia un interés creciente por introducir conceptos y herramientas que

históricamente se han vinculado con niveles de mayor formación, en etapas más tempranas de la escolaridad. Esta tendencia se alinea con propuestas curriculares contemporáneas (como las recomendaciones del NCTM, 2000, y del GAISE Report, 2007, 2020) que abogan por el desarrollo del pensamiento estadístico y computacional desde los primeros años de la formación escolar, en coherencia con las demandas de una sociedad orientada cada vez más por los datos.

En este sentido, la literatura revisada pone de manifiesto una concentración de la investigación en el nivel universitario, lo que deja entrever un menor desarrollo de estudios en la educación primaria y la media. Esta asimetría es, precisamente, uno de los hallazgos que justifican el énfasis de este trabajo en los contextos escolares: el predominio de estudios universitarios no contradice dicho foco, sino que lo refuerza, al evidenciar que la enseñanza escolar de la estadística mediada por IA constituye un área todavía poco explorada. Así, la escasez relativa de investigación en los niveles escolares se configura como un área de oportunidad que la presente revisión busca visibilizar y a la cual pretende contribuir.

4.2 Análisis de Palabras Clave

Como segunda dimensión del análisis descriptivo se examinaron las palabras clave reportadas por los documentos del corpus. Esta dimensión permite identificar los conceptos predominantes en el campo y revela el grado de estandarización terminológica alcanzado por la literatura especializada. La Figura 7 presenta una nube de palabras construida a partir de las palabras clave extraídas de los siete documentos analizados.

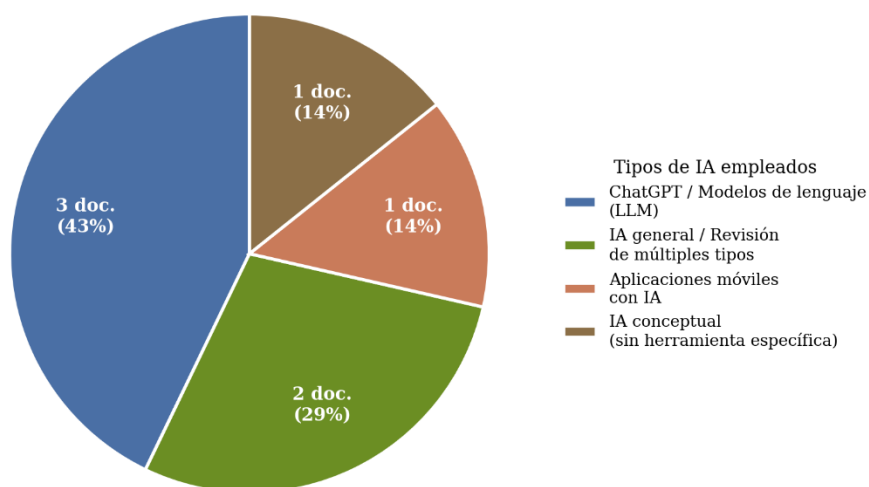
En consecuencia, puede afirmarse que la terminología utilizada en este ámbito es altamente variada y aún no ha alcanzado un nivel de estandarización consolidado. Esta situación, si bien refleja la riqueza y la amplitud del campo, también puede dificultar la recuperación y comparación sistemática de estudios, lo que refuerza la necesidad de revisiones como la presente, orientadas a organizar y sistematizar el conocimiento disponible.

4.3 Análisis del Tipo de IA

La tercera dimensión del análisis descriptivo corresponde a los tipos de IA empleados en los estudios revisados. Esta caracterización permite identificar las tecnologías predominantes en la educación estadística y delimitar el alcance técnico de las propuestas. La Figura 8 presenta la distribución de los tipos de IA reportados en los siete documentos del corpus.

Figura 8

Tipos de IA identificados en los estudios revisados



En relación con los tipos de IA identificados en el corpus, se observa un claro predominio de los LLM, particularmente ChatGPT, que aparecen como categoría mayoritaria (tres documentos, 43 %) en los estudios de Xing (2024), Ellis y Slade (2023) y Pepin et al. (2025). Estos modelos son un tipo de IA generativa, entendida como aquella capaz de producir contenido nuevo (texto, código o explicaciones) a partir de las indicaciones del usuario. Su predominio refleja la tendencia global asociada al auge de la IA generativa a partir de 2022, período en el que esta tecnología experimentó una expansión acelerada, también en el ámbito educativo.

Una segunda categoría, presente en dos documentos (29 %), corresponde a los trabajos que abordan la IA de manera general o revisan múltiples tipos de IA sin centrarse en una herramienta específica, como ocurre en González et al. (2020) y en Hariyanti et al. (2025). En estos casos, la IA no se emplea como una herramienta concreta de interacción, sino que se analiza como un campo tecnológico amplio cuyo potencial se discute en relación con la enseñanza de la estadística y el desarrollo de la alfabetización en datos.

Las dos categorías restantes aparecen en un documento cada una (14 %). Por un lado, las aplicaciones móviles con IA, empleadas por Avendaño-López et al. (2024) mediante la integración de Meta IA en dispositivos móviles; por otro, la IA abordada de manera conceptual y sin herramienta específica, como en Chaves-Esquivel (2025), centrado en las oportunidades y desafíos curriculares. En conjunto, estos resultados ubican la presente revisión en un momento de transición tecnológica, en el que la irrupción de la IA generativa coexiste con enfoques que analizan la IA como campo amplio o la integran a través de aplicaciones específicas, configurando un panorama diverso y en evolución.

4.4 Análisis de Contenido

El análisis de contenido se entiende aquí como una técnica de interpretación cualitativa que consiste en identificar, codificar y agrupar de manera sistemática los contenidos manifiestos y latentes de los documentos del corpus, con el fin de construir categorías temáticas que permitan una lectura comparativa de los hallazgos (Bardin, 2002). Este análisis se realizó siguiendo el procedimiento de extracción y organización descrito en la sección 3.2.4, a partir de la matriz de sistematización construida durante el proceso de revisión. La interpretación de los hallazgos se apoya en los referentes teóricos del marco conceptual (capítulo 2) y se complementa con literatura especializada (Batanero et al., 2013; González et al., 2020; Mak y Thomas, 2022; Pepin et al., 2025; Chaves-Esquivel, 2025) cuando se requiere fundamentar interpretaciones específicas.

Este análisis trasciende el nivel de las palabras clave para agrupar los hallazgos en categorías temáticas que evidencian de los aspectos sustantivos abordados por los documentos en su conjunto, ofreciendo así una comprensión más profunda y articulada del tema.

A. Objetivos de las investigaciones

Con el propósito de visualizar de manera global los focos temáticos de los objetivos formulados en los estudios revisados, se construyó una nube de palabras a partir de los verbos principales y los términos clave presentes en estos objetivos. Esta representación gráfica (Figura 9) permite identificar los énfasis predominantes (palabras de mayor tamaño) y los aspectos menos explorados (palabras de menor tamaño), complementando el análisis temático posterior.

Figura 9

Categorías de objetivos identificados en los estudios analizados



El análisis de los objetivos formulados en los documentos del corpus permite identificar tres grandes líneas de investigación. La primera corresponde a la validación de herramientas, cuyo interés central reside en medir el impacto de la IA sobre el aprendizaje de la estadística y compararlo con metodologías tradicionales. Esta línea se evidencia con claridad en Avendaño-López et al. (2024), cuyo objetivo es «evaluar el impacto» del uso combinado de aplicaciones móviles e IA en la comprensión de variables aleatorias mediante un diseño cuasiexperimental, así como en Ellis y Slade (2023), que analizan el potencial de ChatGPT como herramienta de apoyo en cursos de estadística.

La segunda línea se orienta hacia la integración de formas de pensamiento de orden superior, en particular la articulación entre el pensamiento estadístico, el pensamiento computacional y el pensamiento crítico. Esta orientación es explícita en González et al. (2020), quienes proponen un nuevo marco de pensamiento estadístico adaptado a la era del Big Data y la IA, y en Hariyanti et al. (2025), cuyo objetivo es analizar cómo la IA contribuye al desarrollo de la alfabetización estadística. En estos trabajos, el foco no está en los contenidos procedimentales, sino en el desarrollo de una alfabetización en datos más amplia y significativa.

La tercera línea reúne propuestas de innovación curricular, entendidas como nuevas formas de organizar los contenidos y experiencias de enseñanza en torno a la integración de la IA. Esta línea se manifiesta en Chaves-Esquivel (2025), que identifica posibilidades y retos de integrar la IA en los currículos escolares de estadística y probabilidad, y en Pepin et al. (2025), quienes exploran de forma sistemática los usos emergentes de ChatGPT en educación matemática. En conjunto, estas propuestas plantean superar el enfoque tradicional de la estadística escolar para orientarlo hacia una perspectiva más contemporánea y contextualizada, vinculada a la ciencia de datos.

B. Aportes principales

De manera análoga al análisis de los objetivos, se construyó una nube de palabras a partir de los aportes reportados por los documentos del corpus. Esta visualización permite identificar las contribuciones recurrentes (palabras de mayor frecuencia y tamaño) frente a aquellas que aparecen de manera puntual, ofreciendo una panorámica complementaria al análisis interpretativo desarrollado a continuación.

Figura 10

Aportes principales reportados en los estudios analizados



En cuanto a los aportes a la enseñanza de la estadística, los documentos coinciden en señalar que la IA puede contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, en la medida en

que permite a los estudiantes concentrarse en la interpretación y el análisis de la información más que en la ejecución de procedimientos mecánicos. Este aporte es central en González et al. (2020) y en Hariyanti et al. (2025), quienes vinculan el uso de la IA con el fortalecimiento de la alfabetización estadística y la toma de decisiones basada en datos.

Asimismo, se destaca la posibilidad de ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada, aspecto subrayado por Ellis y Slade (2023) y por Pardos y Bhandari (2024), cuyo estudio muestra que las pistas generadas por ChatGPT producen ganancias de aprendizaje comparables a las de un tutor humano. Esta ventaja resulta especialmente valiosa en contextos con un alto número de estudiantes por profesor, donde el seguimiento individualizado es difícil de garantizar, pues favorece procesos de autoevaluación y ajuste continuo del aprendizaje.

Por otra parte, el trabajo con datos reales y contextos auténticos aparece de manera transversal como un elemento clave, particularmente en González et al. (2020) y en Chaves-Esquivel (2025), quienes vinculan el aprendizaje de la estadística con situaciones del mundo real. Según estos autores, dicho enfoque incrementa tanto la motivación de los estudiantes como la relevancia y significatividad de los contenidos abordados.

C. Resultados reportados

Figura 11

Síntesis de resultados reportados en los estudios analizados



Los resultados reportados en los estudios son, en su mayoría, de carácter positivo; es decir, los autores documentan efectos favorables del uso de la IA sobre el aprendizaje, tales como mejoras en el rendimiento académico, en la motivación o en la comprensión conceptual. Así, Avendaño-López et al. (2024) y Pardos y Bhandari (2024) reportan mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento de los estudiantes, lo que aporta evidencia cuantitativa sobre el impacto favorable de estas herramientas. No obstante, conviene subrayar que muchos de estos resultados provienen de contextos controlados o de experiencias acotadas, lo que limita su generalización a entornos educativos reales.

Además, se identifica un cambio cualitativo en el tipo de aprendizaje producido, según los reportes de Avendaño-López et al. (2024), Pepin et al. (2025) y Hariyanti et al. (2025), evidenciado en una mayor comprensión conceptual de los contenidos estadísticos, especialmente cuando se incorporan herramientas que posibilitan la visualización o la simulación de procesos. En el caso específico de herramientas como ChatGPT, se reconoce un alto potencial para la generación de explicaciones adaptadas al nivel del estudiante, aunque se advierte con insistencia sobre sus limitaciones en términos de precisión, lo que lleva a los autores a considerarlo más como un recurso de apoyo (un "copiloto" del proceso formativo) que como un sustituto del profesor.

D. Limitaciones identificadas

Figura 12

Limitaciones identificadas en los estudios analizados



Las limitaciones señaladas van más allá de aspectos meramente técnicos y se extienden hacia consideraciones de orden ético, pedagógico y estructural. En primer lugar, se destacan los riesgos éticos y los sesgos algorítmicos inherentes a los modelos de IA, señalados de manera explícita por Chaves-Esquivel (2025) y por Loján et al. (2024). Estos riesgos ponen de relieve la necesidad de formar a los estudiantes no solo en el uso instrumental de la tecnología, sino también en su comprensión crítica y en el desarrollo de una conciencia ética frente a ella. A ello se suma la limitada precisión de las respuestas generadas por herramientas como ChatGPT, advertida por Pardos y Bhandari (2024) y por Ellis y Slade (2023).

Asimismo, emergen preocupaciones relacionadas con la sostenibilidad y la equidad de estas propuestas, particularmente en términos de brecha digital y dependencia tecnológica, aspectos enfatizados por Chaves-Esquivel (2025) y por González et al. (2020). Estas limitaciones plantean interrogantes fundamentales sobre la viabilidad de la integración de la IA en contextos educativos con recursos limitados o infraestructura insuficiente, especialmente en países en vías de desarrollo, lo que resulta directamente pertinente para el contexto iberoamericano en el que se inscribe este trabajo.

4.5 Análisis integral de tendencias, aportes y vacíos en los estudios revisados

Más allá de la descripción de los hallazgos presentada en el capítulo anterior, la revisión permite concluir, en primer lugar, que la incorporación de herramientas basadas en IA en la educación estadística es un fenómeno emergente cuya trayectoria reciente apunta a una consolidación creciente, especialmente de LLM y sistemas adaptativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística. Estas tecnologías se emplean principalmente como apoyo en la generación de explicaciones conceptuales, la resolución guiada de problemas, la elaboración de materiales didácticos y la provisión de retroalimentación inmediata. Este panorama refleja una transformación significativa en el rol de la tecnología dentro del aula: ha pasado de ser un recurso complementario para constituirse como un agente activo en la mediación del aprendizaje.

En relación con los contextos de aplicación, se identifica un predominio de estudios en educación superior, aunque comienzan a emerger investigaciones en educación básica y media que abren perspectivas prometedoras para la integración de la IA en niveles escolares más tempranos. No obstante, se reconoce una producción académica aún insuficiente en el ámbito de la formación docente, lo que representa un vacío significativo para la implementación efectiva y sostenible de estas tecnologías en los distintos escenarios educativos.

Entre los principales aportes documentados, se destacan la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y la facilitación de la comprensión de conceptos estadísticos complejos mediante herramientas de visualización, simulación e interacción dinámica con datos. Asimismo, el uso de la IA contribuye al desarrollo de habilidades fundamentales como el pensamiento crítico, la interpretación de información y la toma de

decisiones informadas, aspectos que resultan centrales en la educación estadística contemporánea.

Sin embargo, también se identifican limitaciones de consideración, entre las que sobresalen la presencia de errores e inconsistencias en las respuestas generadas, el riesgo de dependencia tecnológica y los desafíos éticos asociados al uso de estas herramientas. Estas limitaciones refuerzan la necesidad de promover un uso crítico, reflexivo y pedagógicamente orientado de la IA, en el que el profesor desempeñe un papel central como mediador y garante de la calidad del proceso formativo.

Se considera que los resultados descritos en este capítulo dialogan de manera natural con los marcos teóricos presentados en el Capítulo 2. En primer lugar, la clasificación de los tipos de IA empleados en los estudios revisados (ChatGPT y modelos de lenguaje, aplicaciones móviles con IA, IA general y aproximaciones conceptuales) se corresponde con las distinciones entre IA fuerte e IA débil, así como entre IA clásica e IA computacional, planteadas en la sección 2.2. La mayoría de los documentos analizados emplean herramientas de IA débil computacional, es decir, sistemas que ejecutan tareas específicas a partir de aprendizaje basado en datos sin pretensión de simular procesos cognitivos humanos generales.

En segundo lugar, las preocupaciones éticas y los riesgos identificados en el corpus (privacidad, sesgos algorítmicos, dependencia tecnológica, brecha digital) se alinean con la discusión sobre implicaciones éticas de la IA en educación (sección 2.4) y con el margen de error inherente a estas tecnologías (sección 2.3). Los estudios revisados confirman que estos no son aspectos accesorios, sino dimensiones centrales que deben atenderse en cualquier propuesta pedagógica.

En tercer lugar, las experiencias documentadas en el corpus enriquecen la discusión sobre el uso de la IA en aulas de matemáticas, aportando evidencias empíricas concretas sobre las posibilidades y los límites de su integración. La articulación con el marco de referencia permite, así, situar los hallazgos no como descubrimientos aislados, sino como contribuciones a un debate ya en curso en el campo de la educación matemática mediada por IA.

5. Conclusiones

El presente trabajo de grado se propuso, como objetivo general, establecer cuáles son las tendencias en el uso de la IA en la enseñanza de la estadística escolar mediante una revisión de alcance, con el propósito de identificar los aportes existentes, las oportunidades pedagógicas y las limitaciones y vacíos reportados en la literatura especializada. Este objetivo se considera cumplido, en tanto el Capítulo 4 documenta de manera sistemática las tendencias identificadas en el corpus de siete documentos analizados, organizadas en torno a los tipos de IA empleados, las formas de uso pedagógico, los aportes reportados y los vacíos persistentes, particularmente la escasez de estudios situados en niveles escolares y en el contexto iberoamericano.

Respecto a los objetivos específicos, el primero (sistematizar trabajos recientes sobre el uso de la IA en contextos de enseñanza y aprendizaje de la estadística) se concretó mediante la aplicación del protocolo de revisión de alcance de Mak y Thomas (2022) y se materializó en la matriz de sistematización descrita en el Capítulo 3 y aplicada en el Capítulo 4. El segundo objetivo (caracterizar los tipos de IA empleados en la enseñanza de la estadística) se cumplió mediante el análisis de las herramientas reportadas en cada documento del corpus, complementado con la lectura cruzada de la Tabla 1 de perspectivas excluidas, que permitió diferenciar los usos pedagógicos de la IA de otros usos posibles (curricular, prospectivo o instrumental). El tercer objetivo (establecer las tendencias, oportunidades y vacíos que emergen de la revisión) se cumplió en la sección de hallazgos del Capítulo 4 y se sintetiza en las conclusiones que siguen.

Gracias a los analizados desarrollados, se concluye que la IA no debe entenderse, de momento al menos, como un sustituto del profesor, sino como un recurso que requiere

mediación pedagógica intencionada y contextualizada. El profesor sigue siendo irremplazable en su función de orientar, regular y dar sentido al uso de estas herramientas dentro del proceso educativo, especialmente en lo que respecta al desarrollo del juicio crítico y la comprensión profunda de los fenómenos estadísticos.

A partir de estos hallazgos, se formulan las siguientes recomendaciones para fortalecer la integración de la IA en la educación estadística. En primer lugar, resulta imperativo promover procesos de formación docente que desarrollen competencias para el uso pedagógico, crítico y ético (entendido como la capacidad de seleccionar herramientas de IA con intencionalidad didáctica, evaluar la validez de sus respuestas y atender las implicaciones sobre privacidad, sesgos algorítmicos y autoría) de estas tecnologías, incluyendo aspectos de diseño didáctico, evaluación formativa y gestión responsable de los datos. En segundo lugar, se recomienda diseñar estrategias didácticas estructuradas que articulen la IA con objetivos de aprendizaje claros, evitando su uso superficial o meramente instrumental.

Asimismo, es fundamental fomentar en los estudiantes una postura crítica y reflexiva (que implica cuestionar las respuestas de la IA, verificar su correspondencia con fuentes confiables y reconocer los límites de estas herramientas) frente a la tecnología, que incluya la verificación de la información, la comprensión de las limitaciones de la IA y el desarrollo de la autonomía intelectual. De igual modo, se sugiere impulsar investigaciones en contextos reales de aula especialmente en educación básica y media, así como estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de estas herramientas. Finalmente, se recomienda profundizar en el análisis de la dimensión ética del uso de la IA en la

educación, considerando aspectos como la privacidad de los datos, los sesgos algorítmicos y la transparencia de los sistemas.

En conclusión, la IA representa una oportunidad significativa y genuina para transformar la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, en coherencia con las demandas de una sociedad cada vez más orientada por los datos. No obstante, su verdadero potencial solo puede alcanzarse mediante una integración crítica, reflexiva y pedagógicamente fundamentada. Más que reemplazar la labor educativa, la IA se configura como una herramienta que, utilizada con intencionalidad pedagógica y responsabilidad ética, puede contribuir a la construcción de procesos formativos más pertinentes, significativos y acordes con los retos del contexto contemporáneo.

Conviene reconocer, asimismo, algunos asuntos que este trabajo no logró abordar y que constituyen pendientes propios del proceso. En primer lugar, el corpus quedó conformado por siete documentos: aunque este tamaño es coherente con la naturaleza incipiente del campo y con los criterios de inclusión definidos, no permitió realizar comparaciones cuantitativas robustas entre tipos de herramientas o entre niveles educativos. En segundo lugar, aunque el contexto colombiano e iberoamericano se identificó como un vacío relevante, este trabajo no logró incorporar documentos específicamente situados en dicho contexto, en tanto la mayoría del corpus seleccionado proviene de la literatura anglosajona; este sesgo del corpus debe tenerse presente al interpretar los hallazgos. En tercer lugar, todo el proceso de selección, extracción y análisis de la información fue realizado por un único investigador, sin un segundo codificador independiente que permitiera contrastar decisiones o calcular un índice de acuerdo entre evaluadores; esta condición constituye una fuente potencial de sesgo del investigador, que se procuró mitigar

mediante la documentación transparente de los criterios de inclusión y exclusión en la matriz de análisis, pero que debe considerarse al interpretar los resultados de esta revisión.

En cuanto a las dificultades enfrentadas durante el desarrollo del trabajo, conviene destacar varias. La primera fue la escasez de bibliografía centrada específicamente en el cruce entre IA y educación estadística en niveles escolares: aunque la literatura sobre IA en educación es abundante, los documentos que abordan con profundidad este cruce particular son aún pocos, lo cual limitó la amplitud del corpus y exigió múltiples iteraciones en la construcción de las ecuaciones de búsqueda con sinónimos como *machine learning*, *deep learning* o *intelligent tutoring systems*. La segunda fue la barrera idiomática: la mayoría de los documentos relevantes están publicados en inglés y, en menor medida, en otros idiomas distintos al español, lo cual demandó un esfuerzo adicional de comprensión, traducción y verificación de matices conceptuales para integrarlos correctamente al análisis. La tercera fue de orden técnico: el acceso y la descarga de documentos en algunas bases de datos presentó restricciones de licenciamiento institucional, lo cual obligó a recurrir a fuentes alternativas y a la recomendación experta para complementar el corpus. La cuarta fue la baja productividad de algunas bases de datos en este cruce temático específico: Springer, por ejemplo, aportó 56 documentos en la fase de identificación, pero ninguno superó los criterios de inclusión. Finalmente, una dificultad de orden formativo fue la aplicación rigurosa del protocolo de revisión de alcance de Mak y Thomas (2022), que exigió un aprendizaje sostenido del propio método mientras este se aplicaba al objeto de estudio, lo cual implicó retrocesos y ajustes en las matrices de sistematización a medida que se afinaba el criterio analítico.

Por otra parte, más allá de los hallazgos académicos descritos en este trabajo, su proceso de elaboración significó una transformación importante en mi formación como futuro profesor de matemáticas y reafirmó mi vocación docente al permitirme aproximarme, por primera vez, a la labor concreta del investigador en educación matemática. En primer lugar, este trabajo me permitió desarrollar competencias específicas para la búsqueda y recuperación de bibliografía especializada: aprendí a construir ecuaciones de búsqueda con operadores booleanos, a consultar bases de datos académicas indexadas (EBSCO, Web of Science, Springer, Google Académico), a explorar repositorios institucionales de tesis y publicaciones, y a discriminar entre fuentes de distinto nivel de rigor y pertinencia. Estas competencias, que antes me resultaban ajenas, hoy constituyen una herramienta cotidiana para mi ejercicio profesional y me han mostrado que enseñar e investigar son dimensiones complementarias de un mismo quehacer docente.

En segundo lugar, el desarrollo de esta revisión de alcance representó una primera aproximación a la investigación académica. La aplicación rigurosa de un protocolo metodológico como el propuesto por Mak y Thomas (2022), la construcción de matrices de sistematización, la documentación transparente del proceso de selección y la articulación entre hallazgos empíricos y marcos teóricos constituyen experiencias formativas que trascienden el contenido específico del trabajo. Estas vivencias me han brindado herramientas para asumir, en el futuro, problemas de investigación con mayor autonomía y solvencia metodológica, así como para integrar prácticas investigativas en mi quehacer profesor.

Finalmente, abordar el tema de la IA en la educación estadística desde una perspectiva crítica y sistemática me ha permitido cultivar una postura reflexiva frente a las

tecnologías emergentes, comprendiendo que su integración en el aula requiere no solo dominio técnico, sino también criterio pedagógico, sensibilidad ética y compromiso con la equidad. Este aprendizaje constituye, en sí mismo, uno de los aportes más significativos del proceso para mi formación como educador matemático.

Referencias

- Abeliuk, A., y Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Revista Bits de Ciencia*, (21), 14-21.
- Alvarado, L. (2015). *Inteligencia artificial: conceptos y aplicaciones*. Editorial Académica.
- Avendaño-López, P. D. U., González Torres, A., y Figueroa-Anzures, C. (2024). El impacto del aprendizaje basado en aplicaciones móviles y IA en la comprensión de variables aleatorias discretas. *Revista Eduweb*, 18(4), 219–240.
<https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2024.18.04.15>
- Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido* (3.^a ed.). Akal. (Trabajo original publicado en 1977)
- Boels, L., Lyford, A., Bakker, A., y Drijvers, P. (2023). Assessing students' interpretations of histograms before and after interpreting dotplots: A gaze-based machine learning analysis. *Frontline Learning Research*, 11(2), 1–30.
<https://doi.org/10.14786/flr.v11i2.1139>
- Cabanelas Omil, J. (2019). *Inteligencia artificial ¿Dr. Jekyll o Mr. Hyde?* Mercados y Negocios, (40), 5–22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571860888002>
- Centeno-Caamal, R., Acuña-Gamboa, L. A., y Peña Estrada, C. C. (2023). Revisión sistemática de modalidades educativas y diseño instruccional en educación a distancia. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, e1668.
https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1668

- Chaves-Esquivel, E. (2025). Oportunidades y desafíos de la Inteligencia Artificial para la Estadística y la Probabilidad en los currículos escolares de Matemáticas. En *Memorias del IV Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe (IV CEMACYC)*. REDUMATE. <https://ponencias.ciaem-redumate.org/cemacyc/article/view/702/549>
- Codina, L. (2020). Revisiones bibliográficas sistematizadas en Ciencias Humanas y Sociales. 1: Fundamentos. En C. Lopezosa, J. Díaz-Noci y L. Codina (Eds.), *Methodos. Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social, 1* (pp. 50–60). DigiDoc-Universitat Pompeu Fabra. <https://doi.org/10.31009/methodos.2020.i01.05>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Documento CONPES 4144 de 2025: Política Nacional de Inteligencia Artificial*. República de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/4144.pdf>
- Ellis, A. R., y Slade, E. (2023). A new era of learning: Considerations for ChatGPT as a tool to enhance statistics and data science education. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 31(2), 128–133. <https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2223609>
- Fleischer, Y., Podworny, S., y Biehler, R. (2024). Teaching and learning to construct data-based decision trees using data cards as the first introduction to machine learning in middle school. *Statistics Education Research Journal*, 23(1), 1–24. <https://doi.org/10.52041/SERJ.V23I1.450>

García, A. (2012). *Inteligencia artificial: fundamentos, práctica y aplicaciones*. RC Libros.

Gil Calvo, R. A., Lázaro Guillermo, J. C., López Castillo, A. C., Pantoja Collantes, J. S., Ponce Bardales, Z. E., y Vega Huerta, H. F. (2024). *Inteligencia artificial: Praxis y empoderamiento docente*. Editorial Mar Caribe. <https://doi.org/10.17613/dvhzb-mvk74>

González, O., Isoda, M., y Araya, R. (2020). Statistical thinking for the era of big data and artificial intelligence: Toward understanding sustainability trends and issues for the future society. En P. Arnold (Ed.), *New Skills in the Changing World of Statistics Education: Proceedings of the Roundtable conference of the International Association for Statistical Education (IASE)*. ISI/IASE.

Greenberg, S. A. (2020). How citation distortions create unfounded authority: Analysis of a citation network. *BMJ*, 339, b2680. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2680>

Hariyanti, F., Budayasa, I. K., y Setianingsih, R. (2025). The role of AI in enhancing statistical literacy: A systematic review in education. *Multidisciplinary Reviews*, 12(1), 1–18.

Jergas, H., y Baethge, C. (2015). Quotation accuracy in medical journal articles — A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 3, e1364. <https://doi.org/10.7717/peerj.1364>

Lao, T. (2020). *Artificial intelligence and education: An overview*. Springer.

Leavy, A. M., Hourigan, M., y Fitzpatrick, M. (2024). Exploring the plight of the honeybee: Using data sensors and CODAP to support emerging bilingual learners in

- reasoning about big statistical ideas. *Statistics Education Research Journal*, 23(2), 1–24. <https://doi.org/10.52041/SERJ.V23I2.708>
- Loján, M. D. C., Romero, J. A., Sancho Aguilera, D., y Romero, A. Y. (2024). Consecuencias de la dependencia de la inteligencia artificial en habilidades críticas y aprendizaje autónomo en los estudiantes. *Ciencia Latina*, 8(2), 2368–2389. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10678
- Ma, Y., Liu, S., y Zhang, K. (2014). Artificial intelligence: Concepts and applications. IEEE Press.
- Mak, S., y Thomas, A. (2022). Steps for conducting a scoping review. *Journal of Graduate Medical Education*, 14(5), 565–567. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-22-00621.1>
- McCarthy, J. (2007). What is artificial intelligence? Stanford University. <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- McNamara, A. (2016). On the state of computing in statistics education: Tools for learning and for doing. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1610.00984>
- Meylani, R. (2024). Artificial intelligence in the education of teachers: A qualitative synthesis of the cutting-edge research literature. *Journal of Computer and Education Research*, 12(24), 600–637. <https://doi.org/10.18009/jcer.1477709>
- Minsky, M. (1991). Logical versus analogical or symbolic versus connectionist or neat versus scruffy. *AI Magazine*, 11(2), 34–51.
- Nilsson, N. J. (1987). *Principles of artificial intelligence*. Morgan Kaufmann.
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial intelligence: A new synthesis*. Morgan Kaufmann.

- Northcutt, C. G., Athalye, A., y Mueller, J. (2021). Pervasive label errors in test sets destabilize machine learning benchmarks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35. <https://arxiv.org/abs/2103.14749>
- 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, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paniagua, A. (2023). *Historia de la inteligencia artificial: de Turing a los modelos de lenguaje*. Anaya Multimedia.
- Panquehuan, C., y Huincahue, J. (2024). Inteligencia artificial en educación matemática: una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 27(1), 11–42.
- Pardos, Z. A., y Bhandari, S. (2024). ChatGPT-generated help produces learning gains equivalent to human tutor-authored help on mathematics skills. *PLOS ONE*, 19(5), e0304013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304013>
- Pepin, B., Buchholtz, N., y Salinas-Hernández, U. (2025). Scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 57(2), 301–320.
- Petticrew, M., y Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Blackwell Publishing.

Russell, S. J. (2003). *Artificial intelligence: A modern approach* (2.^a ed.). Prentice Hall.

Russell, S. J., y Norvig, P. (1996). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Prentice Hall Hispanoamericana.

Schindler, M., Schaffernicht, E., y Lilienthal, A. J. (2023). Eye-tracking research in mathematics and statistics education: Recent developments and future trends. *ZDM – Mathematics Education*, 55(2), 235–247. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01479-2>

Sheikh, H., Prins, C., y Schrijvers, E. (2023). Artificial intelligence: Definition and background. En *Mission AI: The new system technology* (pp. 15–41). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2

Shirai, Y., y Tsujii, J. (1982). *Artificial intelligence: Concepts, techniques and applications*. John Wiley & Sons.

Torres-Gordillo, V. A. (2024). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en la educación estadística: Una revisión de literatura. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 70, 1–20.

Trocado, A., Viseu, F., y Rocha, H. (2026). Learning quadratic functions with ChatGPT. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 14(1), 296–314. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4121>

Tuomi, I. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education*. Publications Office of the European Union.

- Wang, H., Li, Y., y Chen, Z. (2015). Artificial intelligence in education: Overview and future directions. *Educational Technology & Society*, 18(3), 1–12.
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., y Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Watson, J. M., y English, L. D. (2018). Eye color and the practice of statistics in Grade 6: Comparing two groups. *The Journal of Mathematical Behavior*, 49, 35–60.
<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.10.003>
- Xing, Y. (2024). Exploring the use of ChatGPT in learning and instructing statistics and data analytics. *Teaching Statistics*, 46(2), 95–104. <https://doi.org/10.1111/test.12367>
- Xiong, W., Wu, J., Allewa, F., Droppo, J., Huang, X., y Stolcke, A. (2016). The Microsoft 2016 conversational speech recognition system. Microsoft Research.
<https://arxiv.org/abs/1609.03528>
- Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., Liu, X., Wu, Y., Dong, F., Qiu, C., Qiu, J., Hua, K., Su, W., Wu, J., Xu, H., Han, Y., Fu, C., Yin, Z., Liu, M., Roepman, R., ... Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2(4), 100179.
<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>