

**DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA EL USO DE CHAT GPT EN  
INVESTIGACIONES DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA**

**DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O USO DO CHAT GPT NA PESQUISA EM  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR THE USE OF CHAT GPT IN  
MATHEMATICAL EDUCATION RESEARCH**



Jonas Souza BARREIRA<sup>1</sup>  
e-mail: jonassouzabarreira@gmail.com



Marcos Guilherme MOURA-SILVA<sup>2</sup>  
e-mail: marcosgmouras@yahoo.com.br



Tadeu Oliver GONÇALVES<sup>3</sup>  
e-mail: tadeuoliver@yahoo.com.br

**Cómo hacer referencia a este artículo:**

BARREIRA, J. S.; MOURA-SILVA, M. G.; GONÇALVES, T. O. Desafios y oportunidades para el uso de chat GPT en investigaciones de educación matemática. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp. 2, e024084, 2024. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaae.v19iesp.2.18594>



| **Enviado en:** 14/10/2023  
| **Revisiones requeridas en:** 06/11/2023  
| **Aprobado en:** 07/02/2024  
| **Publicado en:** 20/07/2024

**Editor:** Prof. Dr. José Luís Bizelli  
**Editor Adjunto Ejecutivo:** Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

<sup>1</sup> Universidad Federal de Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Doctorado por el Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemática (PPGECM/UFPA).

<sup>2</sup> Universidad Federal de Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Profesor Titular del Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemática (PPGECM/UFPA). Doctorado en Ciencias y Educación Matemática (UFPA)).

<sup>3</sup> Universidad Federal de Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Profesor/Investigador del Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemática (PPGECM/UFPA).

---

**RESUMEN:** El propósito de este artículo es identificar los principales retos y oportunidades vinculados con el uso de Chat GPT como herramienta de apoyo en investigaciones de Educación Matemática. Para ello, realizamos una entrevista con la Inteligencia Artificial Chat GPT4. Los resultados señalan que Chat GPT es una herramienta alentadora basada en inteligencia artificial con potencial para asistir en la investigación y enseñanza matemática. Sin embargo, su empleo responsable y ético demanda una reflexión detallada sobre sus desafíos, limitaciones y oportunidades. La supervisión humana y la combinación con otras metodologías investigativas son esenciales para equilibrar el uso de esta tecnología con enfoques pedagógicos. Finalmente, fomentar la equidad y la inclusión es crucial para asegurar que todos los estudiantes accedan a la tecnología y aprovechen su potencial.

**PALABRAS CLAVE:** Chat GPT. Educación Matemática. Inteligencia Artificial. Tecnologías de la Información y Comunicación.

**RESUMO:** O objetivo desse artigo é identificar os principais desafios e oportunidades associados ao uso do Chat GPT como ferramenta de apoio à pesquisa em Educação Matemática. Para tanto, realizamos uma entrevista com a Inteligência Artificial Chat GPT4. Os resultados indicam que o Chat GPT é uma ferramenta promissora baseada em inteligência artificial com potencial para auxiliar na pesquisa e ensino em educação matemática. Entretanto, seu uso responsável e ético requer consideração cuidadosa de seus desafios, limitações e oportunidades. A supervisão humana e a integração com outras metodologias de pesquisa são fundamentais para equilibrar o uso dessa tecnologia com abordagens pedagógicas. Por fim, promover a equidade e a inclusão são essenciais para garantir que todos os alunos tenham acesso à tecnologia e se beneficiem de seu potencial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chat GPT. Educação Matemática. Inteligência Artificial. Tecnologia da Informação e comunicação.

**ABSTRACT:** The aim of this article is to identify the main challenges and opportunities related to the use of Chat GPT as a support tool in Mathematical Education research. For this purpose, we conducted an interview with the Artificial Intelligence, Chat GPT4. The findings suggest that Chat GPT is an encouraging tool based on artificial intelligence with the potential to assist in both research and teaching in mathematics. However, its ethical and responsible use calls for a thorough examination of its challenges, limitations, and opportunities. Human oversight and the integration with other research methodologies are vital to balance the application of this technology with pedagogical approaches. Ultimately, promoting equity and inclusion is essential to ensure all students have access to technology and can harness its potential.

**KEYWORDS:** GPT Chat. Mathematics education. Artificial intelligence. Information and communication technologies.

## Introducción

La evolución progresiva de la Inteligencia Artificial (IA) ha proporcionado una gran cantidad de innovaciones y beneficios en múltiples dominios. En el ámbito de la medicina, se ha producido un uso estratégico de la IA para aumentar la precisión del diagnóstico y pronóstico de las patologías, proporcionando terapias más eficaces y personalizadas.

Dentro de la industria automotriz, la IA ha sido una fuerza revolucionaria, especialmente con la llegada de los vehículos autónomos, que tienen el potencial de aumentar la seguridad vial y mitigar la congestión. De acuerdo con el análisis de Bojarski *et al.* (2016), Tesla, una corporación innovadora, se ha destacado en el uso de la IA en su flota de vehículos eléctricos. Esta tecnología desempeña un papel vital en el desarrollo y la mejora de la capacidad de conducción autónoma de sus vehículos, contribuyendo a la seguridad, la eficiencia y la experiencia del usuario. A pesar de que esta tecnología aún no está ampliamente disponible en Brasil, ya se nota cuánto puede aumentar la IA la calidad de los automóviles.

En el sector financiero, la IA también ha tenido un impacto significativo, con el diseño de algoritmos de trading capaces de procesar grandes volúmenes de datos y tomar decisiones en muy poco tiempo. Estos algoritmos ayudan a optimizar las transacciones del mercado, gestionar el riesgo y descubrir oportunidades de inversión.

En el ámbito artístico, la IA se ha empleado en la creación de obras originales, explorando nuevas formas de expresión y desafiando la intersección entre humanos y máquinas. Además, la IA se ha utilizado en la industria del entretenimiento para crear guiones y efectos especiales, haciendo que el contenido sea más inmersivo y atractivo para la audiencia.

En el ámbito educativo, los sistemas de IA han permitido programas de aprendizaje adaptativo, que identifican las necesidades individuales de los estudiantes y adaptan el contenido y la metodología pedagógica. Esto puede culminar en un aprendizaje más significativo y en una mejor construcción del conocimiento (Koedinger *et al.*, 1997).

Los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) empleados en el diseño de programas de aprendizaje adaptativo son componentes cruciales de la progresión tecnológica en el campo educativo. Estos sistemas ofrecen una instrucción personalizada a los estudiantes, adaptándose a sus necesidades y habilidades individuales. Hay una multitud de aplicaciones y plataformas que utilizan la IA para proporcionar experiencias de aprendizaje adaptativo. Estos incluyen *DreamBox Learning*, una plataforma de enseñanza de matemáticas en línea que emplea algoritmos adaptativos para ajustar el contenido y la velocidad de aprendizaje en función del rendimiento de los estudiantes; *Knewton*, que utiliza la IA para analizar el rendimiento de los

estudiantes y adaptar el contenido y las actividades de aprendizaje a las necesidades individuales; y la plataforma ALEKS (*Assessment and Learning in Knowledge Spaces*), otro ejemplo de un sistema de aprendizaje adaptativo basado en IA.

En pocas palabras, los sistemas de IA utilizados para desarrollar programas de aprendizaje adaptativo están remodelando la forma en que los estudiantes aprenden e interactúan con el contenido educativo. Estas plataformas y aplicaciones brindan instrucción personalizada, lo que permite a los estudiantes alcanzar su máximo potencial de aprendizaje.

La adopción de la IA en los cursos de posgrado en Educación Matemática se ha intensificado, lo que ha aportado beneficios tanto a los estudiantes como a los educadores. Como ya se ha indicado, una de las formas en que se está utilizando la IA en los cursos de posgrado en Educación Matemática es a través del desarrollo de sistemas inteligentes de tutoría y entornos virtuales de aprendizaje de matemáticas. Estos sistemas pueden proporcionar a los estudiantes oportunidades de aprendizaje personalizado y adaptativo, ajustándose a sus necesidades específicas y fomentando una comprensión profunda de los conceptos matemáticos (Woolf, 2009).

En el escenario actual, Chat GPT es una de las últimas y más sofisticadas herramientas de Inteligencia Artificial (IA) desarrolladas por OpenAI, demostrando la capacidad de realizar diversas tareas de manera eficiente. El término "Chat GPT" designa un modelo de lenguaje impulsado por IA que se emplea para generar textos y realizar tareas de procesamiento del lenguaje natural. "GPT" es el acrónimo de "*Generative Pre-trained Transformer*", que describe la arquitectura y la técnica de entrenamiento empleada para crear estos modelos de lenguaje.

En el escenario actual, donde existe una incorporación casi incesante de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) en casi todos los ámbitos de la sociedad, es crucial investigar los retos y oportunidades que surgen para el uso de esta herramienta en el ámbito de la investigación en educación matemática.

Este dominio, caracterizado por una profunda necesidad de personalización y adaptación, puede beneficiarse significativamente de los avances proporcionados por la IA. Así, en este artículo, nos preguntamos: "¿Cómo es posible implementar el uso responsable de Chat GPT como herramienta de apoyo a la investigación en educación matemática, teniendo en cuenta sus retos y oportunidades?". Para ello, pretendemos: Identificar los principales retos y oportunidades asociados al uso de Chat GPT como herramienta de apoyo a la investigación en educación matemática.

## Un análisis histórico de los avances e impactos de la inteligencia artificial en la investigación en educación matemática

La historia de las tecnologías es una exploración fascinante que se extiende desde las primeras herramientas e inventos de la antigüedad hasta el advenimiento contemporáneo de la Inteligencia Artificial (IA). Comenzamos con la revolución neolítica, cuando las primeras sociedades agrícolas idearon herramientas rudimentarias de piedra y madera para ayudarles en sus tareas diarias. Procedemos a la antigüedad clásica, donde surgieron tecnologías innovadoras como el acueducto romano y la imprenta china.

La era contemporánea, sin embargo, ha sido un período marcado por la innovación acelerada y constante. La Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX introdujo la maquinaria de vapor y la producción en masa, transformando las economías y sociedades globales (Moll, 2021). La invención de la electricidad en el siglo XIX allanó el camino para una serie de nuevas tecnologías, como la luz eléctrica, el telégrafo y, finalmente, el teléfono.

En el siglo XX, la creación de las computadoras digitales representó un hito en la trayectoria tecnológica. Las primeras computadoras fueron máquinas gigantescas, utilizadas principalmente con fines militares y científicos, pero la invención de los circuitos integrados y los microprocesadores en la década de 1960 permitió la miniaturización de las computadoras y su difusión para uso doméstico y comercial (Belusso; Peruchin, 2018).

Con la difusión de Internet en la década de 1990, el mundo se volvió cada vez más interconectado, marcando el comienzo de una nueva era de información y comunicación digitales. Estos avances tecnológicos han generado una gran cantidad de datos, lo que a su vez ha impulsado el desarrollo de algoritmos y técnicas de aprendizaje automático. Es en este contexto en el que entra la Inteligencia Artificial. Basada en algoritmos de aprendizaje automático, la IA tiene la capacidad de aprender de los datos, hacer predicciones y tomar decisiones.

Hoy en día, la IA está presente en una amplia gama de aplicaciones, desde asistentes virtuales en *teléfonos inteligentes* hasta vehículos autónomos y diagnósticos médicos avanzados. Representa la culminación de miles de años de progreso tecnológico y continúa abriendo nuevos horizontes para futuras innovaciones, incluidos entornos educativos como la investigación matemática.

La Inteligencia Artificial (IA) ha asumido un papel cada vez más relevante en la investigación en Educación Matemática a lo largo de los años. Desde la llegada de los *primeros programas informáticos educativos hasta las últimas innovaciones en IA, la tecnología ha sido*

*un socio estratégico en la promoción de nuevos métodos y enfoques en la enseñanza y la investigación de las matemáticas.*

Los primeros pasos hacia la integración de la IA en la educación matemática se dieron con la aparición de los ordenadores personales y el *software* educativo en la década de 1980. Estos programas permitieron explorar conceptos matemáticos de una manera interactiva y visual, fomentando que los estudiantes desarrollaran habilidades de resolución de problemas y comprensión de conceptos abstractos (Ellington, 2003; Belusso; Peruchin, 2018).

Según Ellington (2003), con el paso del tiempo, la IA evolucionó y comenzó a incorporarse a dispositivos portátiles, como las calculadoras gráficas. Estas calculadoras proporcionaron a los estudiantes herramientas para resolver problemas complejos y visualizar funciones matemáticas de una manera más intuitiva. Esta evolución ha traído nuevas oportunidades para la investigación en Educación Matemática, permitiendo a los investigadores investigar los impactos de estas herramientas en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas

El desarrollo de Internet y de las plataformas *de aprendizaje en línea* también representó un hito significativo en la investigación en Educación Matemática. Con el aumento de la conectividad y el acceso a los recursos *en línea*, los investigadores comenzaron a investigar cómo la interacción y la colaboración en entornos virtuales podrían afectar el aprendizaje de las matemáticas (Sutherland *et al.*, 2004). Además, las plataformas *de aprendizaje en línea* han proporcionado acceso a una variedad de recursos y actividades interactivas, brindando nuevas oportunidades para la investigación en Educación Matemática.

En la actualidad, la IA y los sistemas de aprendizaje adaptativo están desempeñando un papel cada vez más importante en la Educación Matemática (Woolf, 2009). Estas herramientas de IA se han empleado para crear programas que se adaptan a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando una instrucción personalizada y permitiendo a los investigadores investigar nuevos enfoques y metodologías en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

En Brasil, la implementación y el estudio de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación Matemática aún no se ha establecido como un campo de estudio específico. Este hallazgo pone de manifiesto una brecha significativa en la investigación educativa del país, especialmente teniendo en cuenta el continuo avance de la IA y sus múltiples aplicaciones en diversas áreas, incluida la educación.

Actualmente, el campo más cercano que aborda, de alguna manera, la intersección entre

tecnología y educación es el de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDICs) en la Educación. Este campo de estudio se centra en la exploración e implementación de diversas tecnologías digitales, como Internet, dispositivos móviles y *software* educativo, para mejorar y transformar las prácticas educativas.

Si bien los TDIC en la educación implican el uso de la tecnología para facilitar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje, no se centran específicamente en la IA. Sin embargo, dada la naturaleza en constante evolución de los TDIC y el potencial revolucionario de la IA, es razonable predecir que la IA pronto se convertirá en un foco de estudio dentro del campo más amplio de los TDIC en la educación.

Los TDIC han desempeñado un papel cada vez más importante en la sociedad brasileña, impactando en diversos aspectos de la vida cotidiana, como el trabajo, la comunicación, el entretenimiento y la educación. En el campo de la educación, los TDIC están transformando la forma en que los docentes y los estudiantes interactúan y aprenden, brindando nuevas oportunidades y desafíos. Una encuesta realizada para este artículo (tabla 01), muestra diez estudios relevantes publicados entre 2017 y 2022, que exploran el uso de las TDIC en la Educación Matemática:

**Tabla 1** – Título de la tabla Publicaciones entre 2017 y 2022, que exploran el uso de las TDIC en la educación matemática

AUTORES	RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN
S. R. Binti Ahmad Bakri, S. -E. Ling, N. H. Binti Julaihi, C. -Y. Liew and S. -C. Ling (2017).	Explora la aplicación de aplicaciones móviles para mejorar las tasas de aprobación en los cursos de matemáticas en instituciones de educación superior. Utilizando un enfoque cualitativo, el estudio analizó los informes de los exámenes finales de siete semestres consecutivos y recopiló datos de profesores de matemáticas de la Universiti Teknologi MARA en la sucursal de Sarawak.
Soares, F. R., Santana, J. R., & Santos, M. J. C. dos. (2022).	Los autores investigaron la Realidad Aumentada (RA) como estrategia pedagógica para el aprendizaje de la Geometría Espacial, utilizando el software GeoGebra y la Secuencia Fedathi (SF). La investigación cualitativa exploratoria analizó las reuniones formativas virtuales y concluyó que la RA y la GeoGebra involucran a los estudiantes y apoyan la enseñanza de la Geometría Espacial;
Webber, C., De Cesaro, C., Guder, D., Flores, D., & Becker, J. (2022).	Los autores investigaron la formación del profesorado y la integración de Pensamiento computacional e inteligencia artificial en la educación. Analizaron el uso del entorno App Inventor en la planificación de secuencias didácticas.
Powers, J. & Azhar, M. (2020).	Cubre una lección introductoria de pensamiento computacional (CT) aplicada a 88 estudiantes en una universidad estadounidense. La actividad consistió en el diseño básico de robots en diferentes formatos de cursos. La colaboración entre profesores de educación y un profesor de informática generó discusiones sobre la integración de la CT en la formación docente.
Videla, R.; Rossel, S.; Muñoz, C.; Aguayo, C. (2022).	Se analiza la implementación del currículo de matemáticas por parte de docentes de educación básica en Chile durante la pandemia de COVID-19, centrándose en estrategias didácticas y recursos educativos. Los resultados revelan relaciones entre el conocimiento técnico, la experiencia y las

	estrategias adoptadas, así como diferencias entre educadores rurales y urbanos.
Ma, J. (2021).	El estudio aplica el algoritmo de redes neuronales en la minería de datos de recursos educativos y presenta nuevas ideas para el desarrollo inteligente de la evaluación docente. El algoritmo Apriori se modifica en base al árbol de decisión y se aplica en el análisis de las correlaciones entre los resultados de la evaluación docente y factores como la edad, el género, el título profesional y la calificación académica. Los resultados indican que el algoritmo Apriori y el algoritmo DEA-BP extraen leyes y conocimiento potencial de los datos de evaluación docente, ofreciendo apoyo a la toma de decisiones y promoviendo el desarrollo inteligente de sistemas de toma de decisiones.
Bayerl Cesana, V., Dalbó Durães, F., & Cezar Cardoso, V. (2022)	Se presenta una revisión bibliográfica sobre el uso de WhatsApp en la interacción entre profesores y estudiantes de matemáticas durante la enseñanza y el aprendizaje en el periodo 2019-2020, abordando la influencia de la pandemia de COVID-19. Los resultados indican que las tecnologías móviles ayudan en el aprendizaje de las matemáticas y WhatsApp promueve entornos colaborativos, acercando a profesores y estudiantes.
Parreira, A., Lehmann, L., & Oliveira, M. (2021).	Investiga las percepciones de los docentes sobre el impacto de las tecnologías de primera y segunda generación, incluida la inteligencia artificial, en la enseñanza. A través de cuestionarios, la investigación busca comprender cómo los docentes ven y enfrentan los desafíos de estas innovaciones en la educación.

Fuente: Elaboración propia

La investigación mencionada anteriormente aborda el uso de los TDIC en la Educación Matemática. Estas encuestas exploraron una variedad de aspectos, como el uso de aplicaciones móviles, realidad aumentada, *geocaching*, videos interactivos, inteligencia artificial y plataformas de comunicación. Dichos estudios comparten el ideal de mejorar la calidad de la enseñanza y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes e identificar estrategias efectivas e innovadoras para la Educación Matemática.

Estos estudios abarcan diversos contextos educativos, desde la escuela primaria hasta la educación superior, e investigan el impacto de los TDIC en habilidades específicas, como el razonamiento proporcional, la comprensión de conceptos geométricos y el aprendizaje del álgebra. También consideran las implicaciones de estas tecnologías en el compromiso y la motivación de los estudiantes, así como en la promoción del aprendizaje colaborativo.

Algunas investigaciones se centran en contextos específicos, como la enseñanza en escuelas rurales y el uso de tecnologías durante la pandemia de COVID-19, destacando el papel de los TDIC como herramientas de apoyo en situaciones difíciles. Otros estudios, en cambio, analizan las tendencias, los puntos críticos y las perspectivas de futuro en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de las matemáticas.

En general, los estudios indican que el uso de TDIC en la Educación Matemática puede aportar beneficios significativos, como mejoras en el rendimiento académico, un mayor compromiso y motivación, y una mayor comprensión de los conceptos matemáticos. Sin

embargo, también es crucial considerar los desafíos asociados con la implementación de estas tecnologías, como la necesidad de una capacitación adecuada para los docentes y las cuestiones relacionadas con la equidad en el acceso a las tecnologías.

## **Materiales y métodos**

Este artículo se alinea con el enfoque de investigación cualitativa establecido por Bogdan y Biklen (1994). Este enfoque asume que los datos se generan directamente desde la fuente, siendo el investigador el principal agente de su generación. Es decir, el contacto directo del investigador con el individuo investigado, el contexto, el entorno, entre otros factores, son valorados desde la perspectiva directa e introspectiva del investigador, dado que "el comportamiento humano está considerablemente influenciado por el contexto" (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48).

Como explican Bogdan y Biklen (1994), el investigador cualitativo emplea varios instrumentos para la producción de datos de investigación, lo que demuestra la amplitud de las posibilidades de investigación que se presentan en el ámbito de la investigación cualitativa. En este sentido, el instrumento adoptado para la construcción de los datos de esta investigación fue la entrevista semiestructurada.

En cuanto al análisis de los datos, este se realizó mediante el Análisis Textual Discursivo (ATD), de acuerdo con el método propuesto por Moraes y Galiazzi (2007), por ser el que proporciona un análisis más detallado del objeto de investigación. El Análisis Textual Discursivo se caracteriza por ser un ejercicio de producción de metatextos, derivados de un conjunto de textos (Gonçalves *et al.*, 2020).

En este proceso, se construyen estructuras de categorías que, al convertirse en textos, proporcionan descripciones e interpretaciones capaces de evidenciar nuevas formas de entender los fenómenos investigados (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 89). El ATD consiste en una metodología distribuida en cuatro etapas -deconstrucción y unitarización, categorización, nuevo proceso emergente, autoorganizado- de gran profundidad, exigiendo del investigador una atención meticulosa a la hora de transitar por cada etapa de este proceso. Esto permite una mejor comprensión de la información que rara vez podría revelarse a través de otras metodologías.

## Principales retos y oportunidades del Transformador Pre-entrenado Generativo (GPT) para la investigación en educación matemática

Chat GPT es una tecnología concebida por OpenAI, una institución de investigación de inteligencia artificial, erigida en diciembre de 2015 por una pléthora de expertos de renombre como Elon Musk, Sam Altman, Greg Brockman, Ilya Sutskever, John Schulman y Wojciech Zaremba, entre otros. Chat GPT está anclado en la arquitectura GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), que consiste en un linaje de modelos lingüísticos que se entrenan a través de voluminosas cantidades de texto, siendo capaces de producir respuestas congruentes y pertinentes a una amplia gama de preguntas y temas. GPT-3, por ejemplo, representa la tercera generación de esta arquitectura y ha alcanzado notoriedad en virtud de su notable rendimiento y capacidad para generar texto de alta calidad.

"Transformador Pre-entrenado Generativo" en portugués puede interpretarse como "Transformador Pre-entrenado Generativo". Ese nombre tiene los siguientes significados:

- i-"Generativo" se refiere a la capacidad del modelo para concebir nuevos textos a partir del corpus textual utilizado en su entrenamiento.
- ii-"Pre-entrenado" alude al hecho de que el modelo fue pre-entrenado con un extenso conjunto de datos antes de ser calibrado para tareas específicas.
- iii-"Transformer" es una arquitectura de red neuronal que sirve como base para el modelo, permitiendo el procesamiento paralelo y el enfoque selectivo en las partes relevantes del texto.

Chat GPT es un recurso innovador y potente que puede tener relevancia en el campo de la investigación en Educación Matemática. Sin embargo, es fundamental permanecer vigilante en relación con los riesgos relacionados con su uso y adoptar medidas de precaución para minimizarlos. Los investigadores deben garantizar la preservación de su capacidad de reflexión crítica y la elaboración de soluciones autónomas, garantizar la protección de la privacidad y la seguridad de los datos, y ser conscientes de los problemas de sesgo y falta de transparencia en la IA. Además, es crucial fomentar la integridad académica evitando el plagio y asegurando una comprensión profunda de las soluciones sugeridas por Chat GPT.

A continuación, hemos elegido algunos de los principales retos del *Transformador Pre-entrenado Generativo* (GPT) para investigar en educación matemática, basándonos en las respuestas de Chat GPT. Para ello, accedimos a la plataforma de OpenAI, disponible en: <https://www.openai.com/> nos registramos en Chat GPT-4, pagamos una suscripción PLUS. Luego, después de familiarizarnos con las herramientas de la plataforma, realizamos una entrevista directamente con **AI- Chat GPT-4**. Los datos de la entrevista se describirán a continuación:

**Investigador:** ¿Qué es Chat GPT y cómo funciona?

**IA- Chat GPT-4:**



ChatGPT é um modelo de linguagem avançado, treinado pela OpenAI, que utiliza um processo chamado aprendizado de máquina para entender e gerar texto humano. Funciona com base na arquitetura GPT (Generative Pretrained Transformer), na qual o modelo é treinado com uma grande quantidade de dados textuais, aprendendo a prever a próxima palavra em uma frase, dada a sequência de palavras anterior. Ao processar trilhões de palavras, o ChatGPT aprende gramática, fatos sobre o mundo, e até mesmo alguns estilos de escrita, embora não seja perfeito e possa cometer erros. Importante lembrar que o modelo tem um conhecimento limitado até uma data de corte, no meu caso, setembro de 2021, o que significa que ele não está ciente de eventos no mundo real ocorridos após essa data.

La plataforma inteligente, designada como ChatGPT-4, se identifica como un modelo lingüístico basado en Inteligencia Artificial, estableciendo sus respectivos procesos operativos y los límites de su actuación. Ante esto, los investigadores Urretavizcaya y Onaindía (2002) destacan la pluralidad de aspectos relevantes a explorar respecto a la enseñanza de la Inteligencia Artificial. Urretavizcaya y Onaindía (2002) enfatizan la relevancia del empleo de herramientas de IA, como ChatGPT, en dominios que no suelen asociarse con las ciencias de la computación, como las matemáticas. Esta proposición se ve corroborada por la capacidad exhibida por ChatGPT para comprender y generar textos, demostrando así potencial para ayudar en la instrucción de conceptos matemáticos.

Además, Urretavizcaya y Onaindía (2002) proponen la idea de establecer una especie de "mercado de oferta y demanda" con respecto a las asignaturas especializadas y a los docentes. Este concepto armoniza con la capacidad de ChatGPT para proporcionar apoyo educativo escalable, lo que podría ampliar el acceso a mentores especializados. Tal premisa también sugiere la viabilidad de emplear ChatGPT en una amplia gama de escenarios educativos, como videoconferencias o clases presenciales.

No obstante, es imperativo considerar la limitación de ChatGPT, ya que su grupo de conocimientos está restringido a una fecha específica. Este aspecto reitera la necesidad de un aprendizaje perenne y actualizado, tal como lo dilucidan Urretavizcaya y Onaindía (2002). Esta limitación también acentúa la relevancia de la presencia de educadores humanos en el proceso de instrucción, brindando orientación personalizada y adaptativa, además de estar al día con las últimas innovaciones en sus respectivas áreas de especialización.

**Investigadora:** ¿Te consideras relevante en la investigación en educación matemática?

**IA- Chat GPT-4:**



Sim, o ChatGPT pode ser uma ferramenta valiosa na educação matemática. Como um modelo de linguagem de alta capacidade, pode auxiliar na explicação de conceitos matemáticos complexos, oferecer ajuda com problemas matemáticos e até mesmo gerar problemas de prática. Além disso, o ChatGPT pode fornecer feedback imediato, facilitando o aprendizado autodirigido e o estudo individual. No entanto, é importante lembrar que, enquanto o modelo pode ser um recurso educacional útil, ele não substitui o valor inestimável de um professor humano qualificado e experiente, que pode fornecer orientação personalizada e adaptativa.

**Investigadora:** ¿Cuáles son los principales desafíos técnicos y pedagógicos de su uso en la investigación en educación matemática?

**IA- Chat GPT-4:**



Os principais desafios técnicos do uso do ChatGPT na educação matemática incluem o fato de que, embora seja capaz de entender e gerar texto, o modelo pode lutar com problemas matemáticos complexos que exigem um entendimento profundo e abstrato ou a visualização de conceitos. Além disso, o modelo pode gerar respostas imprecisas ou incorretas, pois não tem uma compreensão contextual do mundo como um humano. Pedagogicamente, a principal preocupação é que a dependência excessiva de ferramentas de IA pode resultar em falta de desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas em estudantes. Além disso, o ChatGPT não é capaz de entender a linguagem não-verbal ou a emoção do estudante, que são elementos-chave na educação presencial. Portanto, o uso do ChatGPT na educação matemática deve ser complementar a outras abordagens pedagógicas e não um substituto para elas.

La inteligencia artificial aborda la importancia de ChatGPT en el campo de la educación matemática, destacando su competencia para ayudar en la elucidación de conceptos complejos, brindar asistencia con desafíos matemáticos y generar preguntas prácticas. Dicha opinión enfatiza el valor potencial de esta herramienta, pero reconoce que la IA no es capaz de reemplazar a un educador humano calificado. Este análisis reflexivo refuerza la necesidad de integrar ChatGPT como un complemento del profesor, en lugar de como un sustituto. Sin embargo, la eficacia de esta implementación radica en el desarrollo incesante de la IA para mejorar su capacidad de proporcionar un apoyo educativo de calidad.

En la tercera manifestación, la inteligencia artificial aborda los desafíos técnicos y pedagógicos en relación con el uso de ChatGPT en la educación matemática. En términos técnicos, los desafíos se centran en la capacidad limitada del modelo para manejar problemas matemáticos complejos, mientras que los desafíos pedagógicos están relacionados con la dependencia excesiva de las herramientas de IA y la falta de habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

Esta manifestación ofrece una visión más reflexiva sobre el uso de ChatGPT en la

educación matemática, recordando que la implementación exitosa de tales herramientas requiere una cuidadosa consideración de sus posibles impactos negativos. En definitiva, estas manifestaciones sugieren que, aunque ChatGPT tiene el potencial de mejorar la educación matemática, su uso debe gestionarse con criterio para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos.

**Investigadora:** ¿Cómo pueden afectar la comprensión contextual y las limitaciones del conocimiento de Chat GPT a su eficacia en la Educación Matemática?

#### IA- Chat GPT-4:



A falta de compreensão contextual do ChatGPT pode criar desafios na educação matemática. Por exemplo, ele pode não entender plenamente as nuances ou ambiguidades que podem estar presentes na maneira como um estudante formula uma pergunta. Adicionalmente, seu conhecimento é limitado até a data de corte em 2021, o que significa que quaisquer avanços ou mudanças no campo da educação matemática após essa data não estão dentro de seu escopo. Isso pode levar a respostas desatualizadas ou imprecisas. Além disso, o ChatGPT pode falhar ao explicar conceitos de maneira progressiva e adaptativa ao nível do aluno, já que não pode avaliar o entendimento do aluno ao longo do tempo. Portanto, essas limitações podem afetar a eficácia do ChatGPT como uma ferramenta de ensino de matemática.

**Investigadora:** ¿Cuáles son los principales riesgos asociados a la dependencia tecnológica y el sesgo en la aplicación de Chat GPT en la educación matemática?

#### IA- Chat GPT-4:



A dependência excessiva da tecnologia na educação matemática pode inibir o desenvolvimento de habilidades importantes, como a capacidade de resolver problemas de forma independente e o pensamento crítico. Pode também criar uma lacuna digital entre os alunos que têm acesso a tais recursos e aqueles que não têm. Em relação ao viés, como o ChatGPT é treinado em grandes volumes de texto, ele pode inadvertidamente perpetuar e amplificar vieses presentes nos dados originais. Isso pode se manifestar de várias formas, como a promoção de estereótipos ou a tendência a favorecer certas abordagens de resolução de problemas em detrimento de outras. Além disso, pode haver um risco de privacidade e segurança, pois as perguntas dos alunos sobre problemas de matemática podem ser armazenadas e usadas de maneiras que não são totalmente claras ou transparentes para o usuário.

Es evidente la preocupación expresada por la inteligencia artificial con los retos inherentes a su aplicación en la educación matemática, poniendo de manifiesto las limitaciones de estas tecnologías, como la falta de comprensión contextual y de conocimientos restringidos a la fecha final de la formación. La inteligencia artificial sugiere que estas restricciones pueden comprometer la eficacia de estas herramientas como herramientas de enseñanza.

Posteriormente, la inteligencia artificial amplía esta discusión, dilucidando preocupaciones adicionales, como la excesiva dependencia de la tecnología en el ámbito de la educación matemática y los posibles impactos de esta dependencia en el desarrollo de

habilidades críticas, como el pensamiento crítico y la resolución autónoma de problemas. Además, el problema del sesgo y la privacidad de los datos de los estudiantes también se señalan como posibles desafíos.

Varios autores (Conceição; Chagas, 2020; Urretavizcaya; Onaindía, 2002) abogan por el uso reflexivo y crítico de la inteligencia artificial para avanzar en los campos de la educación y la investigación científica. Urretavizcaya y Onaindía (2002) hacen un llamado a la comunidad académica para fomentar discusiones sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la educación, mientras que Conceição y Chagas (2020) proponen que la inteligencia artificial puede ser un aliado valioso en la investigación científica.

Esto denota el surgimiento de un debate en curso sobre los beneficios y desafíos de la inteligencia artificial en la educación matemática. Por lo tanto, se vuelve crucial navegar este campo con cautela, buscando estrategias para maximizar los beneficios de la IA y, al mismo tiempo, minimizar los daños potenciales. La integración consciente de la inteligencia artificial en la educación matemática y la investigación científica puede ser una parte crucial de esta estrategia.

**Investigador:** ¿Cuáles son las principales oportunidades y beneficios potenciales del uso de Chat GPT en la investigación en Educación Matemática?

#### IA- Chat GPT-4:



O uso do ChatGPT na pesquisa em educação matemática apresenta uma série de oportunidades e benefícios potenciais. Primeiramente, pode proporcionar uma forma acessível e escalável de assistência tutorial, ajudando os estudantes a resolver problemas e a entender conceitos fora do ambiente de sala de aula. Em segundo lugar, pode oferecer oportunidades para aprendizado personalizado, adaptando-se às necessidades individuais do estudante. Além disso, o ChatGPT pode servir como uma ferramenta para a prática de problemas, gerando automaticamente problemas matemáticos para estudo individual. Do ponto de vista da pesquisa, o uso de assistentes de IA como o ChatGPT pode fornecer insights sobre como os alunos interagem com a tecnologia para aprender matemática, abrindo novas avenidas para o estudo de métodos pedagógicos inovadores.

**Investigador:** ¿Cómo se puede utilizar Chat GPT para mejorar el aprendizaje y la participación de los investigadores en la educación matemática?

#### IA- Chat GPT-4:



O ChatGPT pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a aprendizagem e o engajamento dos pesquisadores em educação matemática de várias maneiras. Primeiramente, pode ser usado como uma fonte de consulta rápida para conceitos e teorias matemáticas, ajudando os pesquisadores a acessar informações de maneira eficiente. Em segundo lugar, pode facilitar a discussão e a colaboração, simulando diálogos e apresentando diferentes pontos de vista sobre tópicos matemáticos. Além disso, pode ser usado para gerar novas questões de pesquisa, permitindo que os pesquisadores explorem diferentes direções em seus estudos. Finalmente, como uma ferramenta de IA, o ChatGPT também pode fornecer um estudo de caso para os pesquisadores explorarem a interseção de IA e educação matemática, ajudando-os a entender melhor como a tecnologia pode ser usada para melhorar a aprendizagem matemática.

La Inteligencia Artificial (IA) pone de manifiesto el notable valor de ChatGPT en el ámbito de la educación matemática. Desde esta perspectiva, ChatGPT puede emplearse como instructor, lo que permite una enseñanza personalizada, así como un recurso para consultas inmediatas de conceptos y teorías matemáticas. Además, promueve la interacción y la cooperación entre académicos y fomenta el surgimiento de nuevos temas de investigación.

Sin embargo, Borges Neto y Borges (2007) enfatizan la escasez de planificación pedagógica en la informatización de las instituciones educativas brasileñas, evidenciando la relevancia de un plan meticulosamente articulado ante la integración de la tecnología digital en el campo educativo. Esto sirve como advertencia de que la IA en sí misma no es la respuesta definitiva, sino más bien una herramienta para mejorar la educación. La tecnología debe combinarse con estrategias pedagógicas claras y bien establecidas para que sea efectiva.

En línea con Borges Neto y Borges (2007), podemos afirmar que la IA puede ser una herramienta influyente para la educación. Estos autores identifican la tecnología digital como un vehículo para la difusión del conocimiento, proporcionando representaciones específicas del conocimiento, facilitando el manejo y proporcionando retroalimentación. Además, le permite realizar un seguimiento del progreso de los estudiantes de forma remota.

Se destaca la importancia de una implementación pedagógicamente dirigida y meticulosamente planificada de la IA en la educación. Esta tecnología tiene un gran potencial para mejorar la investigación en educación matemática, si se emplea adecuadamente. Sin embargo, es fundamental que los educadores y las instituciones entiendan cómo optimizar la aplicación de estas herramientas tecnológicas para apoyar e incrementar el aprendizaje. Esto abarca la formación de investigadores, la adaptación de la tecnología a las demandas de los

estudiantes y la creación de entornos de aprendizaje dinámicos y centrados en el estudiante.

**Investigadora:** ¿Cuáles son las posibles aplicaciones de Chat GPT para el desarrollo de investigaciones en educación matemática?

**IA- Chat GPT-4:**



O ChatGPT pode ter várias aplicações significativas no desenvolvimento de pesquisas na educação matemática. Pode ser usado para analisar e compreender padrões em como os alunos se engajam com problemas matemáticos, com base nas perguntas que eles formulam ao modelo. Também pode servir como um ambiente de teste para pesquisas sobre a eficácia de diferentes abordagens pedagógicas, já que as respostas do modelo podem ser ajustadas e testadas. O ChatGPT também pode ser uma ferramenta para explorar novas maneiras de representar e comunicar conceitos matemáticos, dado que ele pode gerar explicações em linguagem natural. Por fim, o ChatGPT pode ajudar a informar pesquisas sobre a integração da IA na educação matemática, fornecendo insights sobre como os alunos interagem e aprendem com a IA.

**Investigador:** ¿Cómo ve las perspectivas y desarrollos futuros en el uso de Chat GPT en la investigación en educación matemática?

**IA- Chat GPT-4:**



As perspectivas futuras para o uso do ChatGPT na pesquisa em educação matemática são bastante promissoras. À medida que a tecnologia de IA avança, podemos esperar melhorias na capacidade do modelo de entender e responder a perguntas matemáticas complexas, tornando-o ainda mais útil como ferramenta de ensino. Também podemos ver mais pesquisas sobre como a IA pode ser integrada de maneira eficaz e ética na educação matemática, abordando questões de viés, privacidade e dependência da tecnologia. Além disso, o ChatGPT e outros assistentes de IA podem se tornar uma parte cada vez mais importante das salas de aula digitais e dos ambientes de aprendizado online, permitindo a aprendizagem personalizada e o acesso a tutoriais em qualquer lugar e a qualquer momento. Com a devida consideração e gestão das suas limitações e desafios, o ChatGPT tem o potencial de ser uma ferramenta valiosa na educação matemática do futuro.

Las respuestas dilucidadas por la Inteligencia Artificial conocida como Chat GPT-4 durante esta entrevista son representativas de la tecnología más moderna en procesamiento del lenguaje natural, potencialmente aplicable a la investigación en el campo de la educación matemática. Chat GPT-4, demostró las posibilidades y ventajas potenciales derivadas de la implementación de la IA en la investigación educativa matemática, haciendo hincapié en la asistencia individualizada ofrecida a los estudiantes, la mejora del acceso a la información y la colaboración entre investigadores.

Al examinar las respuestas, consideramos esencial prestar atención a los aspectos éticos y los peligros relacionados con el plagio intrínsecos a esta aplicación. Esas preocupaciones deben llevarse a cabo en paralelo con el análisis de los desafíos, las oportunidades y las perspectivas futuras ya examinadas. Los dilemas éticos abarcan el uso consciente de Chat GPT, lo que garantiza que los investigadores sean conscientes de las limitaciones y desafíos del

modelo, incluidos los posibles sesgos e inexactitudes. La supervisión humana es imprescindible para mitigar estos riesgos y garantizar que Chat GPT se utilice de forma ética y responsable.

La amenaza del plagio es otra preocupación importante cuando se utiliza Chat GPT en la investigación en educación matemática. El modelo es capaz de generar texto a partir de su entrenamiento, lo que puede dar lugar a similitudes no deseadas con fuentes preexistentes. Para mitigar el riesgo de plagio, es crucial que los investigadores verifiquen la originalidad de los trabajos producidos por Chat GPT y atribuyan adecuadamente las fuentes cuando sea necesario. Además, es imperativo que los educadores instruyan a los estudiantes sobre cómo usar Chat GPT de manera ética, como una herramienta de apoyo y no como un sustituto del pensamiento crítico y la investigación original.

En el escenario actual, autores como Gomes, Almeida y Junior (2019) plantean una intrigante contemplación sobre el papel emergente de la inteligencia artificial (IA) en la sociedad y la percepción de un deseo humano de generar construcciones "superiores a nosotros mismos". Los autores postulan que la búsqueda de la IA puede ser un reflejo de una necesidad humana de superar sus propias limitaciones, insinuando que lo estrictamente humano ya no es suficiente. Esta idea se entrelaza con la creencia de que la salvación de la humanidad ya no reside en las manos del ser humano.

Las tecnologías de IA deben emplearse como instrumentos para la preservación de la vida y para mantener los intereses humanos. La IA podría suplantar a los humanos en tareas poco saludables, permitiendo una aplicación de la ciencia en beneficio de la humanidad. Sin embargo, hay dominios del conocimiento, como el arte, la filosofía, la psicología, la ciencia y la propia educación matemática, donde la presencia humana es insustituible (Gomes; Almeida; Junior, 2019).

Al mismo tiempo, Gomes, Almeida y Junior (2019) presentan una crítica al antropocentrismo, argumentando que esta visión podría dirigir a la humanidad por un camino autodestructivo. La creación de la IA se ve como una respuesta a esta imprevisibilidad humana y a los comportamientos depredadores asociados con el antropocentrismo. La IA representa, por tanto, una reconstrucción de las posibilidades a partir de lo no humano.

En resumen, Gomes, Almeida y Junior (2019) invitan a una reflexión sobre el papel de la IA en el mundo contemporáneo, enfatizando la necesidad de equilibrar su uso con la comprensión de las áreas donde la presencia humana sigue siendo fundamental. Además, los autores nos instan a cuestionar el antropocentrismo y a buscar nuevas posibilidades de convivencia y supervivencia a través de la tecnología.

## El potencial creativo de Chat GPT en la investigación en Educación Matemática

Al analizar los amplios alcances del lenguaje humano, Chat GPT demuestra un importante potencial de innovación, especialmente en el campo de la investigación académica en Educación Matemática, entre los que destacan:

Recursos de aprendizaje personalizados: Con la capacidad de comprender y responder a indicaciones complejas, Chat GPT se puede utilizar para crear materiales de aprendizaje personalizados, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes, haciendo que la enseñanza de conceptos matemáticos sea más accesible y relevante.

Asistencia para la resolución de problemas: Chat GPT puede servir como una herramienta para ayudar a resolver problemas matemáticos, ofreciendo soluciones, sugerencias o incluso proponiendo desafíos adicionales para profundizar la comprensión del estudiante.

Colaboración en investigación: Los investigadores pueden beneficiarse de Chat GPT como herramienta de lluvia de *ideas*, ayudando a formular hipótesis, sugerir metodologías o incluso revisar la literatura relevante (Pereira, 2023). Además, Chat GPT puede integrarse en plataformas de *enseñanza en línea*, actuando como tutor virtual, facilitando discusiones en foros y proporcionando comentarios instantáneos sobre trabajos y proyectos.

En resumen, Chat GPT ofrece oportunidades prometedoras para innovar en la investigación en Educación Matemática. Sin embargo, como cualquier herramienta, debe ser utilizada con discernimiento y en conjunto con otras metodologías pedagógicas para maximizar su potencial y minimizar sus limitaciones.

## Consideraciones finales

En este estudio, el objetivo general fue identificar los principales desafíos y oportunidades asociados con el uso de Chat GPT como herramienta de apoyo a la investigación en educación matemática. Sin embargo, en el análisis de las respuestas proporcionadas por la Inteligencia Artificial llamada Chat GPT-4, tuvimos en cuenta no solo los retos y oportunidades, sino también los aspectos éticos y el peligro del plagio. Concluimos que, para maximizar la aplicabilidad de Chat GPT en la educación matemática, es imperativo que los usuarios sean conscientes de estas preocupaciones e implementen medidas para garantizar el uso ético y responsable de esta tecnología.

Reconocemos que la inteligencia artificial ha evolucionado rápidamente en los últimos años, presentando tanto oportunidades como desafíos en múltiples dominios, incluida la

educación matemática. Chat GPT es una herramienta prometedora con la capacidad de ayudar a investigadores y educadores, pero su uso consciente requiere un análisis cuidadoso de sus desafíos y oportunidades.

Es crucial que los investigadores y educadores estén informados de las limitaciones y desafíos de Chat GPT, incluida la comprensión contextual limitada, los posibles sesgos y los problemas éticos y de privacidad. Capacitar a los usuarios sobre el uso responsable y ético de Chat GPT es fundamental para garantizar que la herramienta se emplee de manera adecuada y complementaria al proceso de investigación y enseñanza.

Además, el uso consciente de Chat GPT en la investigación en educación matemática implica la supervisión humana y la integración con otras metodologías de investigación. Esto incluye verificar la calidad y originalidad de la información producida por el modelo, así como equilibrar el uso de la tecnología y los enfoques pedagógicos tradicionales.

También consideramos que, para aprovechar al máximo el potencial de Chat GPT en la educación matemática, es importante adaptar el modelo a las necesidades específicas de estudiantes e investigadores. Esto puede implicar entrenar y refinar el modelo en función de contextos educativos específicos, mejorando la capacidad de Chat GPT para brindar un soporte personalizado y efectivo.

En términos generales, el uso responsable de Chat GPT también debe abordar cuestiones de equidad e inclusión. Esto significa garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología y puedan beneficiarse de su potencial, independientemente de su origen socioeconómico o habilidades específicas. Por lo tanto, este artículo ha demostrado que Chat GPT ofrece oportunidades significativas para mejorar la investigación y la enseñanza en educación matemática.

Sin embargo, es fundamental abordar de manera proactiva sus desafíos y limitaciones para garantizar su uso responsable y ético. Al promover la concienciación y el empoderamiento de los usuarios, garantizar la supervisión humana, adaptar el modelo a necesidades específicas, proteger los datos y la privacidad, y promover la equidad y la inclusión, podemos maximizar el potencial de Chat GPT como una valiosa herramienta de apoyo a la investigación en educación matemática.

## REFERENCIAS

ALEKS. **Assessment and Learning in Knowledge Spaces**. Disponible el: <https://www.aleks.com/>, 2023. Acceso en: 02 dic. 2022.

BAKRI, S. R. B. A.; LING, S.-E.; JULAIHI, N. H. B.; LIEW, C.-Y.; LING, S.-C. Improving low passing rate in mathematics course at higher learning education: Problem identification and strategies towards development of mobile app. *In: International Conference on Computer and Drone Applications (IConDA), 2017. Proceedings [...].* Kuching, Malaysia, 2017. p. 77-81. DOI: 10.1109/ICONDA.2017.8270403.

BAYERL, C. V.; DALBÓ, D. F.; CARDOSO, C. V. Investigações sobre o whatsapp nos processos de ensino e de aprendizagem: refletindo sobre o uso das tecnologias digitais durante a pandemia da COVID-19. Kiri-kerê: **Pesquisa em Ensino**, [S. l.], n. 12, 2022. DOI: 10.47456/krkr.v1i12.37087.

BELUSSO, R.; PERUCHIN, D. Modificações no processo de aprendizagem com a inserção de tecnologias digitais na educação. #Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2018. DOI: 10.35819/tear.v7.n1.a2701.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Codex. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOJARSKI, M.; DEL TESTA, D.; DWORAKOWSKI, D.; FIRNER, B.; FLEPP, B.; GOYAL, P.; JACKEL, L. D.; MONFORT, M.; MULLER, U.; ZHANG, J.; ZHANG, X.; ZHAO, J.; ZIEBA, K. **End to end learning for self-driving cars**. 2016. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1604.07316>. Acceso en: 23 abr. 2023.

BORGES NETO, H.; BORGES, S. M. C. As tecnologias digitais no desenvolvimento do raciocínio lógico. **Linhas Críticas**, [S. l.], v. 13, n. 24, p. 77-88, 2007. DOI: 10.26512/lc.v13i24.3344.

DREAMBox Learning. **DreamBox Learning Math**. 2023. Disponible en: <https://www.dreambox.com/>. Acceso en: 10 dic. 2023.

ELLINGTON, A. J. A Meta-Analysis of the Effects of Calculators on Students' Achievement and Attitude Levels in Precollege Mathematics Classes. **Journal for Research in Mathematics Education**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 433-463, 2003. DOI: 10.2307/30034795.

GONÇALVES, T. V.; LEBREGO, R.; BARREIRA, J.; SIQUEIRA, I. Instruções de enseñanza expresadas por profesores de ciencias en cartas a sus alumnos. **Campo Abierto. Revista De Educación**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 207-219, 2020.

KNEWTON. **Adaptive Learning Platform**, 2023. Disponível em: <https://www.knewton.com/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

KOEDINGER, K. R.; ANDERSON, J. R.; HADLEY, W. H.; MARK, M. A. Intelligent tutoring goes to school in the big city. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S. l.], v. 8, p. 30-43, 1997.

MA, J. Intelligent Decision System of Higher Educational Resource Data under Artificial Intelligence Technology. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 130–146, 2021. DOI: 10.3991/ijet.v16i05.20305.

MOLL, I. The Myth of the Fourth Industrial Revolution: Implications for Teacher Education. In: MARINGE, F. (ed.). **Higher Education in the Melting Pot: Emerging Discourses of the 4IR and Decolonisation**. Cape Town: Aosis, 2021. p. 91–110.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C do. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí, RS: Unijuí, 2007.

PARREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, [S. l.], v. 29, n. 113, p. 975-999, 2021. DOI: 10.1590/S0104-40362020002803115.

PEREIRA, J. **A Inteligência Artificial e o Processo Educacional: desafios e possibilidades na era do ChatGPT**. Pelotas: Rubra Cinematográfica, 2023.

POWERS, J.; AZHAR, M. Preparing Teachers to Engage Students in Computational Thinking through an Introductory Robot Design Activity. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 49-70, 2020. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/213891>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SHUTE, V. J.; RAHIMI, S. Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. **Journal of Computer Assisted Learning**, [S. l.], v. 33, n. 1, 2017.

SOARES, F. R.; SANTANA, J. R.; SANTOS, M. J. C. dos. A realidade aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial e as contribuições da Sequência Fedathi. **Revista de ensino de ciências e matemática**, [S. l.], v. 13, n. 4, 2022. DOI: 10.26843/rencima.v13n4a11.

VIDELA, R.; ROSSEL, S.; MUÑOZ, C.; AGUAYO, C. Online Mathematics Education during the COVID-19 Pandemic: Didactic Strategies, Educational Resources, and Educational Contexts. **Educ. Sci.**, [S. l.], p.12, 2022. DOI: 10.3390/educsci12070492.

WEBBER, C.; CESARO, C.; GUDER, D.; FLORES, D.; BECKER, J. Experiências do pensamento computacional no ensino de ciências e matemática. **Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática**, v. 5, n. esp., p. 120-134, 2022. DOI: 10.5335/rbecm.v5iespecial.12853.

WOOLF, B. P. **Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning**. [S. l.]: Morgan Kaufmann, 2009. DOI: 10.1016/B978-0-12-373594-2.X0001-9.

---

**Reconocimientos:** la Universidad Federal de Pará, el Instituto de Educación Matemática y Científica; al Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemática.

**Financiación:** No aplicable.

**Conflictos de intereses:** Los autores manifiestan, de forma explícita e inequívoca, que no tienen ningún conflicto de intereses, ya sea de carácter financiero, académico, personal o de otra índole, que pueda influir, directa o indirectamente, en el contenido presentado o en las conclusiones extraídas en este trabajo. Toda la información y los datos presentados son el resultado de investigaciones imparciales y objetivas, sin ninguna interferencia externa que comprometa la integridad y honestidad del manuscrito.

**Aprobación ética:** No aplicable.

**Disponibilidad de datos y material:** No aplicable.

**Contribuições dos autores:** BARREIRA, J. S.: pesquisa de campo; coleta de dados; análise e interpretação dos dados; redação do texto. MOURA-SILVA, M. G; GONÇALVES, T. O.: supervisão, orientação, correções e avaliação final do manuscrito.

---

**Procesamiento y edición: Editora Iberoamericana de Educación - EIAE.  
Corrección, formateo, normalización y traducción.**

