

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

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

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



Jonas Souza BARREIRA¹
e-mail: jonassouzabarreira@gmail.com



Marcos Guilherme MOURA-SILVA²
e-mail: marcosgmouras@yahoo.com.br



Tadeu Oliver GONÇALVES³
e-mail: tadeuoliver@yahoo.com.br

Como referenciar este artigo:

BARREIRA, J. S.; MOURA-SILVA, M. G.; GONÇALVES, T. O. Desafios e oportunidades para o uso do chat GPT na pesquisa em educação 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/riaee.v19iesp.2.18594>



| Submetido em: 14/10/2023
| Revisões requeridas em: 06/11/2023
| Aprovado em: 07/02/2024
| Publicado em: 20/07/2024

Editor: Prof. Dr. José Luís Bizelli

Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

¹ Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM/UFPA).

² Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM/UFPA). Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas (UFPA).

³ Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA – Brasil. Docente/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM/UFPA).

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.

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.

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.

Introdução

A evolução progressiva da Inteligência Artificial (IA) tem proporcionado uma miríade de inovações e benefícios transversais a múltiplos domínios. Na esfera da medicina, tem-se observado a utilização estratégica da IA para incrementar a acurácia do diagnóstico e prognóstico de patologias, facultando terapias mais efetivas e personalizadas.

No âmbito da indústria automobilística, a IA tem sido uma força revolucionária, em especial com o advento de veículos autônomos, que possuem o potencial de incrementar a segurança viária e atenuar os congestionamentos. Segundo a análise de Bojarski *et al.* (2016), a Tesla, corporação inovadora, tem se destacado no emprego da IA em sua frota de veículos elétricos. Esta tecnologia desempenha um papel vital no desenvolvimento e aperfeiçoamento da capacidade de condução autônoma de seus veículos, contribuindo para a segurança, eficiência e experiência do usuário. Apesar de tal tecnologia ainda não estar amplamente disponível no território brasileiro, já é perceptível o quanto a IA pode incrementar a qualidade dos automóveis.

No setor financeiro, a IA também tem exercido impacto significativo, com a concepção de algoritmos de negociação capazes de processar vastos volumes de dados e tomar decisões em tempo ínfimo. Estes algoritmos auxiliam a otimizar as transações de mercado, gerenciar riscos e descobrir oportunidades de investimento.

No domínio artístico, a IA tem sido empregada na criação de obras originais, explorando novas formas de expressão e desafiando a interseção entre humano e máquina. Adicionalmente, a IA vem sendo utilizada no setor de entretenimento para elaborar roteiros e efeitos especiais, tornando o conteúdo mais imersivo e atraente para a audiência.

Na esfera educacional, sistemas de IA têm viabilizado programas de aprendizagem adaptativa, que identificam as necessidades individuais dos discentes e adequam o conteúdo e a metodologia pedagógica. Isso pode culminar em um aprendizado mais significativo e uma melhor construção de conhecimento (Koedinger *et al.*, 1997).

Os sistemas de Inteligência Artificial (IA) empregados na elaboração de programas de aprendizado adaptativo são componentes cruciais da progressão tecnológica no campo educacional. Estes sistemas oferecem instrução personalizada aos discentes, adaptando-se às suas exigências individuais e competências. Existe uma multiplicidade de aplicações e plataformas que se utilizam da IA para proporcionar experiências de aprendizado adaptativo. Dentre estas, podem-se citar o *DreamBox Learning*, uma plataforma de ensino online de matemática que emprega algoritmos adaptativos para ajustar o conteúdo e a velocidade de

aprendizado baseado no desempenho discente; o *Knewton*, que se utiliza da IA para analisar o desempenho dos discentes e adaptar o conteúdo e atividades de aprendizado às necessidades individuais; e a plataforma ALEKS (*Assessment and Learning in Knowledge Spaces*), um outro exemplo de sistema de aprendizado adaptativo fundamentado em IA.

De maneira sucinta, os sistemas de IA utilizados para desenvolver programas de aprendizado adaptativo estão remodelando a maneira como os discentes aprendem e interagem com o conteúdo educacional. Estas plataformas e aplicações proporcionam instrução personalizada, possibilitando que os discentes alcancem o seu potencial máximo de aprendizado.

A adoção da IA nos cursos de pós-graduação em Educação Matemática tem se intensificado, trazendo benefícios para tanto para os discentes quanto para os educadores. Conforme já indicado, uma das maneiras através das quais a IA está sendo utilizada nos cursos de pós-graduação em Educação Matemática é através do desenvolvimento de sistemas de tutoria inteligentes e ambientes de aprendizado virtual matemática. Tais sistemas podem proporcionar aos discentes oportunidades de aprendizado personalizado e adaptativo, ajustando-se às suas necessidades específicas e incentivando uma compreensão profunda dos conceitos matemáticos (Woolf, 2009).

No atual panorama, o Chat GPT configura-se como uma das mais recentes e sofisticadas ferramentas de Inteligência Artificial (IA) desenvolvidas pela OpenAI, demonstrando capacidade para executar variadas tarefas com eficiência. O termo "Chat GPT" designa um modelo de linguagem fundamentado em IA que é empregado para gerar textos e realizar tarefas de processamento de linguagem natural. "GPT" é a sigla para "*Generative Pre-trained Transformer*", a qual descreve a arquitetura e a técnica de treinamento empregadas para a criação desses modelos de linguagem.

No atual cenário, onde se presencia uma incorporação quase incessante de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) em quase todas as esferas da sociedade, torna-se crucial uma investigação sobre os desafios e as oportunidades emergentes para a utilização desta ferramenta no campo da pesquisa em educação matemática.

Tal domínio, caracterizado por uma necessidade profunda de personalização e adaptação, pode se beneficiar significativamente dos progressos proporcionados pela IA. Destarte, neste artigo, nos indagamos: "De que maneira é possível implementar o uso responsável do Chat GPT como ferramenta de apoio à pesquisa em educação matemática, levando em consideração seus desafios e oportunidades?". Para tal, temos como objetivo:

Identificar os principais desafios e oportunidades associados ao uso do Chat GPT como ferramenta de apoio à pesquisa em educação matemática.

Uma Análise Histórica dos Avanços e Impactos da Inteligência Artificial na Pesquisa em Educação Matemática

A história das tecnologias é uma exploração fascinante que se estende desde as primeiras ferramentas e invenções da antiguidade até o advento contemporâneo da Inteligência Artificial (IA). Iniciamos com a revolução neolítica, quando as primeiras sociedades agrícolas conceberam instrumentos rudimentares de pedra e madeira para auxiliar nas suas tarefas cotidianas. Prosseguimos até a antiguidade clássica, onde tecnologias inovadoras, como o aqueduto romano e a imprensa chinesa, surgiram.

A era contemporânea, entretanto, foi um período marcado pela acelerada e constante inovação. A Revolução Industrial dos séculos XVIII e XIX introduziu maquinários a vapor e a produção em massa, transformando as economias e sociedades globais (Moll, 2021). A invenção da eletricidade no século XIX pavimentou o caminho para uma série de novas tecnologias, incluindo a luz elétrica, o telégrafo e, eventualmente, o telefone.

No século XX, a criação dos computadores digitais representou um marco na trajetória tecnológica. Os primeiros computadores eram máquinas gigantescas, utilizadas principalmente para fins militares e científicos, mas a invenção dos circuitos integrados e dos microprocessadores na década de 1960 permitiu a miniaturização dos computadores e a sua disseminação para uso doméstico e comercial (Belusso; Peruchin, 2018).

Com a difusão da Internet na década de 1990, o mundo tornou-se cada vez mais interligado, inaugurando uma nova era de informação e comunicação digital. Estes avanços tecnológicos geraram uma vasta quantidade de dados, que por sua vez impulsionaram o desenvolvimento de algoritmos e técnicas de aprendizado de máquina. É neste contexto que se insere a Inteligência Artificial. Fundamentada em algoritmos de aprendizado de máquina, a IA possui a capacidade de aprender a partir de dados, realizar previsões e tomar decisões.

Atualmente, a IA encontra-se presente numa ampla gama de aplicações, desde assistentes virtuais em *smartphones* até veículos autônomos e diagnósticos médicos avançados. Ela representa o apogeu de milhares de anos de progresso tecnológico e continua a abrir novos horizontes para inovações futuras, incluindo ambientes educacionais, como na pesquisa em Educação Matemática.

A Inteligência Artificial (IA) tem assumido um papel cada vez mais relevante na

pesquisa em Educação Matemática ao longo dos anos. Desde o advento dos primeiros *softwares* educacionais até as mais recentes inovações em IA, a tecnologia tem sido um parceiro estratégico na promoção de novos métodos e abordagens no ensino e na pesquisa em matemática.

Os primeiros passos para a integração da IA na Educação Matemática ocorreram com o surgimento dos computadores pessoais e *softwares* educacionais na década de 1980. Esses programas possibilitaram a exploração de conceitos matemáticos de forma interativa e visual, incentivando os estudantes a desenvolver habilidades de resolução de problemas e compreensão de conceitos abstratos (Ellington, 2003; Belusso; Peruchin, 2018).

Segundo Ellington (2003) à medida que o tempo passou, a IA evoluiu e começou a ser incorporada em dispositivos portáteis, como calculadoras gráficas. Essas calculadoras proporcionavam aos alunos ferramentas para resolver problemas complexos e visualizar funções matemáticas de maneira mais intuitiva. Esta evolução trouxe novas oportunidades para a pesquisa em Educação Matemática, permitindo aos pesquisadores investigar os impactos dessas ferramentas no aprendizado e no ensino de matemática

O desenvolvimento da internet e das plataformas de aprendizado *online* também representou um marco significativo na pesquisa em Educação Matemática. Com o aumento da conectividade e do acesso a recursos *online*, os pesquisadores começaram a investigar como a interação e a colaboração em ambientes virtuais poderiam impactar o aprendizado de matemática (Sutherland *et al.*, 2004). Além disso, as plataformas de aprendizado *online* proporcionaram o acesso a uma variedade de recursos e atividades interativas, oferecendo novas oportunidades para a pesquisa em Educação Matemática.

Atualmente, a IA e os sistemas de aprendizado adaptativo estão desempenhando um papel cada vez mais importante na Educação Matemática (Woolf, 2009). Estas ferramentas de IA têm sido empregadas para criar programas que se adaptam às necessidades individuais dos alunos, fornecendo instrução personalizada e permitindo aos pesquisadores investigar novas abordagens e metodologias no ensino e aprendizado de matemática.

No Brasil, a implementação e o estudo da Inteligência Artificial (IA) na Educação Matemática ainda não foram estabelecidos como um campo de estudo específico. Esta constatação evidencia uma lacuna significativa na pesquisa educacional do país, especialmente considerando o avanço contínuo da IA e suas múltiplas aplicações em diversas áreas, incluindo a educação.

Atualmente, o campo mais próximo que aborda, de alguma forma, a intersecção entre a

tecnologia e a educação é o das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na Educação. Este campo de estudo se concentra na exploração e implementação de diversas tecnologias digitais, como a internet, os dispositivos móveis e os *softwares* educacionais, para melhorar e transformar as práticas educacionais.

Embora as TDICs na educação envolvam o uso de tecnologia para facilitar e melhorar o ensino e a aprendizagem, elas não se concentram especificamente na IA. Entretanto, dada a natureza sempre evolutiva das TDICs e o potencial revolucionário da IA, é razoável prever que a IA possa em breve tornar-se um foco de estudo dentro do campo mais amplo das TDICs na educação.

As TDICs têm desempenhado um papel cada vez mais importante na sociedade brasileira, impactando diversos aspectos da vida cotidiana, incluindo trabalho, comunicação, entretenimento e educação. No campo da educação, as TDICs estão transformando a maneira como professores e alunos interagem e aprendem, fornecendo novas oportunidades e desafios. Um levantamento realizado para este artigo (tabela 01), mostram dez pesquisas relevantes publicadas entre 2017 e 2022, que exploram o uso das TDICs na Educação Matemática:

Tabela 1 – Título da tabela Publicações entre 2017 e 2022, que exploram o uso das TDICs na educação matemática

AUTORES	SÍNTESE DA PESQUISA
S. R. Binti Ahmad Bakri, S. -E. Ling, N. H. Binti Julaihi, C. -Y. Liew and S. -C. Ling (2017).	Explora a aplicação de aplicativos móveis para melhorar as taxas de aprovação em cursos de matemática em instituições de ensino superior. Utilizando uma abordagem qualitativa, o estudo analisou relatórios de exames finais de sete semestres consecutivos e coletou dados de professores de matemática da Universiti Teknologi MARA, no Sarawak Branch.
Soares, F. R., Santana, J. R., & Santos, M. J. C. dos. (2022).	Os autores investigaram a Realidade Aumentada (RA) como uma estratégia pedagógica para a aprendizagem de Geometria Espacial, utilizando o software GeoGebra e a Sequência Fedathi (SF). A pesquisa exploratória qualitativa analisou encontros formativos virtuais e concluiu que a RA e o GeoGebra engajam estudantes e apoiam o ensino de Geometria Espacial;
Webber, C., De Cesaro, C., Guder, D., Flores, D., & Becker, J. (2022).	Os autores investigaram a formação de professores e a integração do pensamento computacional e da inteligência artificial na educação. Eles analisaram o uso do ambiente App Inventor no planejamento de sequências didáticas.
Powers, J. & Azhar, M. (2020).	Aborda uma lição introdutória de pensamento computacional (CT) aplicada a 88 alunos em uma universidade americana. A atividade envolveu o projeto básico de robôs em diferentes formatos de curso. A colaboração entre docentes de educação e um professor de ciência da computação gerou discussões sobre a integração do CT na formação de professores.
Videla, R.; Rossel, S.; Muñoz, C.; Aguayo, C. (2022).	Analisa a implementação do currículo de matemática por professores do ensino fundamental no Chile durante a pandemia da COVID-19, com foco em estratégias didáticas e recursos educacionais. Os resultados revelam relações entre conhecimento técnico, experiência e estratégias adotadas, além de diferenças entre educadores rurais e urbanos.
Ma, J. (2021).	O estudo aplica o algoritmo de rede neural na mineração de dados de recursos educacionais e apresenta novas ideias para o desenvolvimento inteligente da

	avaliação do ensino. O algoritmo Apriori é modificado com base na árvore de decisão e aplicado na análise das correlações entre os resultados da avaliação do ensino e fatores como idade, gênero, título profissional e qualificação acadêmica. Os resultados indicam que o algoritmo Apriori e o algoritmo DEA-BP extraem leis e conhecimentos potenciais dos dados de avaliação do ensino, oferecendo suporte às decisões e promovendo o desenvolvimento inteligente de sistemas de tomada de decisão.
Bayerl Cesana, V., Dalbó Durães, F., & Cezar Cardoso, V. (2022)	Apresenta uma revisão de literatura sobre o uso do WhatsApp na interação entre professores de matemática e alunos durante o ensino e aprendizagem no período de 2019 a 2020, abordando a influência da pandemia da COVID-19. Os resultados indicam que as tecnologias móveis auxiliam na aprendizagem de matemática e o WhatsApp promove ambientes colaborativos, aproximando professores e alunos.
Parreira, A., Lehmann, L., & Oliveira, M. (2021).	investiga a percepção dos professores sobre o impacto das tecnologias de primeira e segunda geração, incluindo inteligência artificial, na docência. Através de questionários, a pesquisa busca entender como os professores veem e lidam com os desafios dessas inovações na educação.

Fonte: Elaboração dos autores

As pesquisas mencionadas acima abordam o uso de TDICs na Educação Matemática. Essas pesquisas exploraram uma variedade de aspectos, como o uso de aplicativos móveis, realidade aumentada, *geocaching*, vídeos interativos, inteligência artificial, e plataformas de comunicação. Tais estudos compartilham do ideal de melhorar a qualidade do ensino e a experiência de aprendizado dos alunos e identificar estratégias eficazes e inovadoras para a Educação Matemática.

Esses estudos abrangem diversos contextos educacionais, desde o ensino fundamental até o ensino superior, e investigam o impacto das TDICs em habilidades específicas, como raciocínio proporcional, compreensão de conceitos geométricos, e aprendizado de álgebra. Eles também consideram as implicações dessas tecnologias no envolvimento e motivação dos alunos, assim como na promoção da aprendizagem colaborativa.

Algumas pesquisas focalizam em contextos específicos, como o ensino em escolas do campo e o uso de tecnologias durante a pandemia da COVID-19, destacando o papel das TDICs como ferramentas de suporte em situações desafiadoras. Outros estudos, por outro lado, analisam as tendências, os pontos críticos, e as perspectivas futuras no campo da inteligência artificial aplicada ao ensino de matemática.

No geral, os estudos indicam que o uso das TDICs na Educação Matemática pode trazer benefícios significativos, como melhorias no desempenho acadêmico, aumento do envolvimento e motivação, e maior compreensão dos conceitos matemáticos. No entanto, também é crucial considerar os desafios associados à implementação dessas tecnologias, como a necessidade de treinamento adequado para os professores e questões relacionadas à equidade no acesso às tecnologias.

Materiais e Métodos

Este artigo alinha-se à abordagem de pesquisa qualitativa, conforme estabelecido por Bogdan e Biklen (1994). Tal abordagem pressupõe que os dados são gerados diretamente a partir da fonte, o pesquisador sendo o principal agente de sua geração. Ou seja, o contato direto do pesquisador com o indivíduo pesquisado, o contexto, o ambiente, dentre outros fatores, são valorizados sob a perspectiva direta e introspectiva do pesquisador, em vista de que “o comportamento humano é consideravelmente influenciado pelo contexto” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48).

Conforme exposto por Bogdan e Biklen (1994), o pesquisador qualitativo emprega diversos instrumentos para a produção dos dados da pesquisa, isso demonstra a amplitude de possibilidades de investigação que se apresentam no âmbito da pesquisa qualitativa. Neste sentido, o instrumento adotado para a construção dos dados desta pesquisa foi a entrevista semiestruturada.

No que concerne à análise dos dados, esta foi efetuada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), segundo o método proposto por Moraes e Galiuzzi (2007), por ser o que mais adequadamente proporciona uma análise mais pormenorizada do objeto de investigação. A Análise Textual Discursiva é caracterizada como um exercício de produção de metatextos, derivados de um conjunto de textos (Gonçalves *et al.*, 2020).

Nesse processo, são construídas estruturas de categorias que, ao serem convertidas em textos, fornecem descrições e interpretações capazes de evidenciar novas formas de compreender os fenômenos investigados (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 89). A ATD constitui-se de uma metodologia distribuída em quatro etapas - desconstrução e unitarização, categorização, novo emergente, processo auto-organizado - de grande profundidade, demandando do pesquisador atenção minuciosa ao transitar por cada etapa desse processo. Isso viabiliza um melhor entendimento das informações que raramente poderiam ser desveladas por meio de outras metodologias.

Principais desafios e oportunidades do *Generative Pre-trained Transformer (GPT)* à pesquisa em educação matemática

O Chat GPT é uma tecnologia concebida pela OpenAI, instituição de pesquisa em inteligência artificial, erigida em dezembro de 2015 por uma plêiade de renomados especialistas como Elon Musk, Sam Altman, Greg Brockman, Ilya Sutskever, John Schulman e Wojciech Zaremba, entre outros. O Chat GPT está ancorado na arquitetura GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), que consiste numa linhagem de modelos linguísticos que são treinados mediante volumosas quantidades de texto, sendo capazes de produzir respostas congruentes e pertinentes a uma gama variada de questionamentos e temáticas. O GPT-3, para ilustrar, representa a terceira geração desta arquitetura e alcançou notoriedade em virtude de seu desempenho notável e habilidade de gerar textos de elevada qualidade.

"*Generative Pre-trained Transformer*", em português, pode ser interpretado como "Transformador Pré-treinado Gerativo". A referida denominação possui as seguintes acepções:

- i-"Gerativo" remete à aptidão do modelo de conceber novos textos a partir do corpus textual utilizado em seu treinamento.
- ii-"Pré-treinado" faz alusão ao fato de que o modelo foi treinado previamente com um extenso conjunto de dados antes de ser calibrado para tarefas específicas.
- iii-"Transformador" é uma arquitetura de rede neural que serve de alicerce para o modelo, possibilitando processamento paralelo e a focalização seletiva nas partes relevantes do texto.

O Chat GPT é um recurso inovador e potente que pode ter relevância no campo da pesquisa em Educação Matemática. Todavia, é imprescindível manter-se vigilante em relação aos riscos correlatos à sua utilização e adotar medidas cautelares para minimizá-los. Os pesquisadores devem assegurar a preservação de sua capacidade de reflexão crítica e elaboração de soluções autônomas, garantir a proteção da privacidade e segurança dos dados, além de estar atentos às questões de parcialidade e falta de transparência na IA. Ademais, é crucial fomentar a integridade acadêmica, prevenindo o plágio e assegurando a compreensão completa das soluções sugeridas pelo Chat GPT.

A seguir, elegemos alguns dos Principais desafios do *Generative Pre-trained Transformer (GPT)* à pesquisa em educação matemática, com base nas respostas do Chat GPT. Para tanto, acessamos a plataforma da OpenAI, disponível no endereço: <https://www.openai.com/> realizamos uma inscrição no Chat GPT-4, pagamos por uma assinatura PLUS. Em seguida, depois de nos familiarizarmos com as ferramentas da plataforma, fizemos uma entrevista diretamente com a **IA- Chat GPT-4**. Os dados da entrevista serão

descritos a seguir:

Pesquisador: O que é o Chat GPT e como ele 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.

A plataforma inteligente, designada como ChatGPT-4, identifica-se como um modelo linguístico fundamentado em Inteligência Artificial, estabelecendo seus respectivos processos operacionais e as fronteiras de sua atuação. A vista disso, as pesquisadoras Urretavizcaya e Onaindía (2002) salientam a pluralidade de aspectos relevantes a serem explorados no tocante ao ensino de Inteligência Artificial. Urretavizcaya e Onaindía (2002) enfatizam a relevância de empregar ferramentas de IA, a exemplo do ChatGPT, em domínios não tipicamente associados à ciência da computação, a exemplo da matemática. Tal proposição se corrobora pela habilidade exibida pelo ChatGPT em compreender e gerar textos, demonstrando assim, potencial para auxiliar na instrução de conceitos matemáticos.

Adicionalmente, Urretavizcaya e Onaindía (2002) propõem a ideia de instituir uma espécie de "mercado de oferta e demanda" no que se refere a matérias e docentes especializados. Este conceito se harmoniza à capacidade do ChatGPT de prover suporte educacional escalável, ampliando potencialmente o acesso a mentores especializados. Tal premissa também sugere a viabilidade de empregar o ChatGPT em um leque variado de cenários instrucionais, como videoconferências ou aulas presenciais.

Não obstante, é imperativo considerar a limitação do ChatGPT, uma vez que seu acervo de conhecimentos é restrito a uma data específica. Tal aspecto reitera a necessidade de um aprendizado perene e atualizado, tal como elucidadas por Urretavizcaya e Onaindía (2002). Essa limitação também acentua a relevância da presença de educadores humanos no processo instrucional, proporcionando orientação personalizada e adaptativa, além de estarem em dia com as últimas inovações em suas respectivas áreas de especialização.

Pesquisador: Você se considera relevante na pesquisa em educação 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.

Pesquisador: Quais são os principais desafios técnicos e pedagógicos do seu uso na pesquisa em educação 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.

A inteligência artificial aborda a importância do ChatGPT no âmbito da educação matemática, ressaltando a sua competência em auxiliar na elucidação de conceitos complexos, prover assistência com desafios matemáticos e gerar questões práticas. Tal parecer enfatiza o valor potencial desta ferramenta, entretanto reconhece que a IA não é capaz de substituir um educador humano qualificado. Esta análise ponderada reforça a necessidade de integrar o ChatGPT como um complemento ao professor, e não como substituto. No entanto, a eficácia desta implementação reside no desenvolvimento incessante da IA para ampliar sua habilidade em prover um suporte instrucional de qualidade.

Na terceira manifestação, a inteligência artificial aborda os desafios técnicos e pedagógicos no que concerne à utilização do ChatGPT na educação matemática. Em termos técnicos, os desafios concentram-se na capacidade limitada do modelo em lidar com problemas matemáticos complexos, enquanto os desafios pedagógicos estão relacionados à dependência excessiva de ferramentas de IA e à carência de habilidades de pensamento crítico por parte dos alunos.

Esta manifestação oferece uma visão mais ponderada sobre a utilização do ChatGPT na

educação matemática, lembrando que a implementação bem-sucedida de tais ferramentas demanda uma consideração cautelosa de seus possíveis impactos negativos. Em suma, estas manifestações sugerem que, embora o ChatGPT tenha potencial para aprimorar a educação matemática, a sua utilização deve ser gerenciada de maneira criteriosa para maximizar os benefícios e minimizar os riscos.

Pesquisador: Como a compreensão contextual e as limitações do conhecimento do Chat GPT podem afetar sua eficácia na Educação 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.

Pesquisador: Quais são os principais riscos associados à dependência da tecnologia e ao viés na aplicação do Chat GPT na educação 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.

É evidente a preocupação manifesta pela inteligência artificial com os desafios inerentes à sua aplicação na educação matemática, ressaltando as limitações dessas tecnologias, como a falta de compreensão contextual e o conhecimento restrito à data de término do treinamento. A inteligência artificial sugere que essas restrições podem comprometer a eficácia dessas ferramentas enquanto instrumentos didáticos.

Posteriormente, a inteligência artificial amplia tal discussão, elucidando preocupações adicionais, tais como a dependência excessiva da tecnologia no âmbito da educação matemática e os possíveis impactos desta dependência no desenvolvimento de habilidades críticas, como o

pensamento crítico e a resolução autônoma de problemas. Além disso, a questão do viés e da privacidade dos dados dos alunos também são apontadas como potenciais desafios.

Diversos autores (Conceição; Chagas, 2020; Urretavizcaya; Onaindía, 2002) advogam pela utilização ponderada e crítica da inteligência artificial para avanço nos domínios da educação e da pesquisa científica. Urretavizcaya e Onaindía (2002) conclamam a comunidade acadêmica a fomentar discussões sobre a aplicação da inteligência artificial na educação, ao passo que Conceição e Chagas (2020) propõem que a inteligência artificial pode se configurar como uma aliada valiosa na pesquisa científica.

Isso denota a emergência de um debate continuado acerca dos benefícios e desafios da inteligência artificial na educação matemática. Assim, torna-se crucial navegar por este campo com cautela, buscando estratégias para maximizar os benefícios da IA e simultaneamente minimizar os possíveis danos. A integração consciente da inteligência artificial na educação matemática e na pesquisa científica pode ser uma parte crucial dessa estratégia.

Pesquisador: Quais são as principais oportunidades e benefícios potenciais do uso do Chat GPT na pesquisa em Educação 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.

Pesquisador: Como o Chat GPT pode ser usado para melhorar a aprendizagem e o engajamento dos pesquisadores em educação 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.

A Inteligência Artificial (IA) evidencia o notável valor do ChatGPT no domínio da educação matemática. Nessa perspectiva, o ChatGPT pode ser empregado como instrutor, viabilizando um ensino personalizado, bem como um recurso para consultas imediatas de conceitos e teorias matemáticas. Além disso, promove a interação e cooperação entre acadêmicos e propicia o surgimento de novos tópicos de investigação.

Contudo, Borges Neto e Borges (2007) enfatizam a escassez de planejamento pedagógico na informatização das instituições de ensino brasileiras, evidenciando a relevância de um plano minuciosamente articulado antes da integração da tecnologia digital no campo educacional. Isso serve como uma advertência de que a IA em si não constitui a resposta definitiva, mas sim um instrumento para o aperfeiçoamento da educação. A tecnologia deve ser amalgamada a estratégias pedagógicas claras e bem estabelecidas para que seja efetiva.

Em linha com Borges Neto e Borges (2007), podemos afirmar que a IA pode constituir-se uma ferramenta influente para a educação. Tais autores identificam a tecnologia digital como um veículo para a disseminação do conhecimento, propiciando representações específicas do saber, facilitando o manuseio e proferindo feedback. Adicionalmente, permite o acompanhamento do progresso estudantil à distância.

Destaca-se a essencialidade de uma implementação pedagogicamente direcionada e meticulosamente planejada da IA na educação. Esta tecnologia alberga um vasto potencial para aprimorar a investigação em educação matemática, caso seja adequadamente empregada. Todavia, é imprescindível que educadores e instituições compreendam como otimizar a aplicação destas ferramentas tecnológicas no suporte e incremento da aprendizagem. Isto abrange a capacitação dos pesquisadores, a adaptação da tecnologia às demandas dos estudantes

e a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos e centrados no aluno.

Pesquisador: Quais são as possíveis aplicações do Chat GPT para o desenvolvimento de pesquisas na educação 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.

Pesquisador: Como você observa as perspectivas futuras e desenvolvimentos no uso do Chat GPT na pesquisa em educação 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.

As respostas elucidadas pela Inteligente Artificial conhecida como Chat GPT-4 durante esta entrevista são representativas da mais moderna tecnologia em processamento de linguagem natural, potencialmente aplicável à investigação no âmbito da educação matemática. O Chat GPT-4, demonstrou as possibilidades e as vantagens em potencial derivadas da implementação da IA na pesquisa educacional matemática, enfatizando a assistência individualizada oferecida aos alunos, o aprimoramento do acesso à informação e a colaboração entre os pesquisadores.

Ao examinar as respostas, consideramos essencial atentar para os aspectos éticos e os perigos relacionados ao plágio intrínsecos a essa aplicação. Tais preocupações devem ser conduzidas paralelamente à análise dos desafios, oportunidades e futuras perspectivas já discutidas. Os dilemas éticos abrangem o uso consciente do Chat GPT, assegurando que os pesquisadores estejam cientes das limitações e desafios do modelo, incluindo possíveis tendências e imprecisões. A supervisão humana é imprescindível para mitigar tais riscos e para

assegurar que o Chat GPT seja usado de maneira ética e responsável.

A ameaça de plágio configura outra importante preocupação quando da utilização do Chat GPT na pesquisa em educação matemática. O modelo é capaz de gerar textos a partir de seu treinamento, o que pode resultar em similaridades não desejadas com fontes preexistentes. Para mitigar o risco de plágio, é crucial que os pesquisadores verifiquem a originalidade dos trabalhos produzidos pelo Chat GPT e atribuam devidamente as fontes quando necessário. Ademais, é imprescindível que os educadores instruam os alunos sobre como utilizar o Chat GPT de maneira ética, como um instrumento de apoio, e não como substituto para o pensamento crítico e a pesquisa original.

No cenário atual, autores como Gomes, Almeida e Junior (2019) propõem uma contemplação intrigante acerca do papel emergente da inteligência artificial (IA) na sociedade e a percepção de um desejo humano de gerar construções "superiores a nós próprios". Os autores postulam que a busca pela IA pode ser um reflexo de uma necessidade humana de ultrapassar suas próprias limitações, insinuando que o que é estritamente humano já não é mais suficiente. Esta ideia está interligada à crença de que a salvação da humanidade não reside mais nas mãos do ser humano.

As tecnologias de IA devem ser empregadas como instrumentos para a preservação da vida e para sustentar os interesses humanos. A IA poderia suplantiar os humanos em tarefas insalubres, permitindo uma aplicação da ciência em prol da humanidade. Contudo, existem domínios do saber, como a arte, a filosofia, a psicologia, a ciência e a própria educação matemática, onde a presença humana é insubstituível (Gomes; Almeida; Junior, 2019).

Simultaneamente, Gomes, Almeida e Junior (2019) apresentam uma crítica ao antropocentrismo, argumentando que esta visão poderia direcionar a humanidade para uma rota autodestrutiva. A criação de IA é vista como uma resposta a esta imprevisibilidade humana e aos comportamentos predatórios associados ao antropocentrismo. A IA representa, assim, uma reconstrução de possibilidades a partir do não humano.

Em síntese, Gomes, Almeida e Junior (2019) convidam a uma reflexão acerca do papel da IA no mundo contemporâneo, enfatizando a necessidade de equilibrar a sua utilização com a compreensão das áreas onde a presença humana permanece fundamental. Além disso, os autores instigam-nos a questionar o antropocentrismo e a procurar novas possibilidades de coexistência e sobrevivência por intermédio da tecnologia.

O potencial criativo do Chat GPT na pesquisa em Educação Matemática

Ao analisar os amplos escopos da linguagem humana, o Chat GPT demonstra um potencial significativo de inovação, notadamente no campo de investigação acadêmica em Educação Matemática, dos quais destaca-se:

Recursos Didáticos Personalizados: Com a capacidade de compreender e responder a solicitações complexas, o Chat GPT pode ser utilizado para criar materiais didáticos personalizados, adaptando-se às necessidades individuais dos estudantes, tornando o ensino de conceitos matemáticos mais acessível e relevante.

Assistência na Resolução de Problemas: O Chat GPT pode servir como uma ferramenta de auxílio na resolução de problemas matemáticos, oferecendo soluções, sugestões ou até mesmo propondo desafios adicionais para aprofundar a compreensão do estudante.

Colaboração em Pesquisas: pesquisadores podem se beneficiar do Chat GPT como uma ferramenta de *brainstorming*, ajudando a formular hipóteses, sugerir metodologias ou mesmo revisar literatura relevante (Pereira, 2023). Além disso, o Chat GPT pode ser integrado a plataformas de ensino *online*, atuando como tutor virtual, facilitando discussões em fóruns e proporcionando *feedback* instantâneo sobre trabalhos e projetos.

Em resumo, o Chat GPT oferece promissoras oportunidades para inovar na pesquisa em Educação Matemática. No entanto, como qualquer ferramenta, deve ser usado com discernimento e em conjunto com outras metodologias pedagógicas para maximizar seu potencial enquanto se minimizam suas limitações.

Considerações finais

Neste estudo, o objetivo geral foi identificar os principais desafios e oportunidades associados ao uso do Chat GPT como ferramenta de apoio à pesquisa em educação matemática. Entretanto, na análise das respostas concedidas pela Inteligente Artificial denominada Chat GPT-4, levamos em consideração não apenas os desafios e oportunidades, mas também os aspectos éticos e o perigo de plágio. Concluimos que, para potencializar ao máximo a aplicabilidade do Chat GPT na educação matemática, é imperativo que os usuários estejam cientes dessas preocupações e implementem medidas para assegurar a utilização ética e responsável desta tecnologia.

Reconhecemos que a inteligência artificial tem evoluído vertiginosamente nos últimos anos, apresentando oportunidades e desafios em múltiplos domínios, incluindo a educação

matemática. O Chat GPT é uma ferramenta promissora com capacidade para auxiliar pesquisadores e educadores, mas seu uso consciente requer uma análise cuidadosa de seus desafios e oportunidades.

É crucial que pesquisadores e educadores estejam informados das limitações e desafios do Chat GPT, incluindo a compreensão contextual limitada, os possíveis vieses e as questões éticas e de privacidade. A capacitação dos usuários em relação ao uso responsável e ético do Chat GPT é fundamental para garantir que a ferramenta seja empregada de maneira apropriada e complementar ao processo de pesquisa e ensino.

Além disso, a utilização consciente do Chat GPT na pesquisa em educação matemática implica a supervisão humana e a integração com outras metodologias de investigação. Isso inclui a verificação da qualidade e originalidade das informações produzidas pelo modelo, bem como o equilíbrio entre o uso da tecnologia e as abordagens pedagógicas tradicionais.

Consideramos ainda que, para aproveitar ao máximo o potencial do Chat GPT na educação matemática, é importante adequar o modelo às necessidades específicas dos alunos e pesquisadores. Isso pode envolver o treinamento e aperfeiçoamento do modelo com base em contextos educacionais específicos, melhorando a capacidade do Chat GPT de fornecer suporte personalizado e eficaz.

Em termos gerais, o uso responsável do Chat GPT também deve contemplar questões de equidade e inclusão. Isso significa garantir que todos os alunos tenham acesso à tecnologia e possam se beneficiar de seu potencial, independentemente de sua origem socioeconômica ou habilidades específicas. Portanto, este artigo demonstrou que o Chat GPT oferece oportunidades significativas para melhorar a pesquisa e o ensino em educação matemática.

No entanto, é fundamental abordar seus desafios e limitações de maneira proativa para garantir seu uso responsável e ético. Ao promover a conscientização e capacitação dos usuários, garantir a supervisão humana, adaptar o modelo às necessidades específicas, proteger os dados e a privacidade e promover a equidade e inclusão, podemos maximizar o potencial do Chat GPT como uma ferramenta valiosa de apoio à pesquisa em educação matemática.

REFERÊNCIAS

- ALEKS. **Assessment and Learning in Knowledge Spaces**. Disponível em: <https://www.aleks.com/>, 2023. Acesso em: 02 dez. 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. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1604.07316>. Acesso em: 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. Disponível em: <https://www.dreambox.com/>. Acesso em: 10 dez. 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. Instrucciones 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.

Reconhecimentos: A Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Educação Matemática e Científica; ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas.

Financiamento: Não aplicável.

Conflitos de interesse: Os autores expressam, de forma explícita e inequívoca, que não possuem quaisquer conflitos de interesse, seja de natureza financeira, acadêmica, pessoal ou outra, que possam influenciar, de maneira direta ou indireta, o conteúdo apresentado ou as conclusões tiradas neste trabalho. Todas as informações e dados apresentados são resultado de investigações imparciais e objetivas, sem qualquer interferência externa que comprometa a integridade e a honestidade do manuscrito.

Aprovação ética: Não aplicável.

Disponibilidade de dados e material: Não aplicável.

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.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.

Revisão, formatação, normalização e tradução.

