



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

JOSÉ EMANUEL FELIPE BARROS

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA: O QUE VEM SENDO PESQUISADO

CAMPINA GRANDE - PB

2024

JOSÉ EMANUEL FELIPE BARROS

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA: O QUE VEM SENDO PESQUISADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado(a) em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Jair Dias de Abreu

CAMPINA GRANDE - PB

2024

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B277i Barros, Jose Emanuel Felipe.
Inteligência Artificial Generativa na Educação Matemática
[manuscrito] : O que vem sendo pesquisado / Jose Emanuel
Felipe Barros. - 2024.
32 f.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências e Tecnologia, 2024.
"Orientação : Prof. Dr. Jair Dias de Abreu, Departamento de
Matemática - CCT".
1. IAGenerativa. 2. Metodologias ativas. 3. Educação
Matemática. 4. Ensino de matemática. I. Título
21. ed. CDD 510.71

JOSE EMANUEL FELIPE BARROS

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O
QUE VEM SENDO PESQUISADO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Matemática da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de
Licenciado em Matemática

Aprovada em: 22/11/2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Matheus Marques de Araújo** (**.259.704-**), em **11/12/2024 18:30:19** com chave **1f2ceee2b80711ef91381a1c3150b54b**.
- **Tiêgo dos Santos Freitas** (**.654.884-**), em **09/12/2024 07:43:29** com chave **6d7a0146b61a11efb17b2618257239a1**.
- **Jair Dias de Abreu** (**.540.544-**), em **08/12/2024 21:37:36** com chave **c930eef0b5c511efba361a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Termo de Aprovação de Projeto Final

Data da Emissão: 11/12/2024

Código de Autenticação: 055a82



À minha mãe, pelo apoio incondicional, pela força, amor e dedicação que sempre me proporcionou, dedico.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus, que me deu forças em todos os momentos até aqui. À minha mãe que com muito trabalho e dedicação, de sol a sol, tornou tudo isso possível.

Aos amigos que fiz durante o curso, os levarei para a vida e espero reencontrá-los em outros momentos da nossa vida acadêmica em um futuro breve. Aos meus professores, e em especial ao meu orientador Prof. Dr. Jair Dias de Abreu, pela paciência, tempo, empenho e ajuda durante a escrita deste trabalho. Agradeço imensamente também aos membros da banca, por estarem presentes neste momento tão importante.

“Não é a inteligência artificial que devemos temer, mas a ausência de inteligência natural para guiá-la com sabedoria”. Andrés Gianni

RESUMO

Este trabalho analisa o uso de Inteligências Artificiais Generativas (IAGs), com foco no ChatGPT, no contexto do ensino de Matemática, buscando compreender suas contribuições e desafios para a prática docente. Trata-se de uma pesquisa de natureza bibliográfica, que examina estudos e obras recentes sobre o tema, disponíveis no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com o objetivo de fazer uma análise sintética ao investigar como essas tecnologias têm sido integradas à Educação Matemática e de que forma podem auxiliar professores e alunos. Os resultados apontam que, embora o uso de IAGs na educação básica ainda seja incipiente, essas ferramentas apresentam grande potencial para personalizar o aprendizado, oferecer suporte didático e automatizar tarefas, contribuindo para um ensino mais interativo e adaptativo. O estudo também discute as limitações e desafios éticos associados ao uso dessas tecnologias, abordando questões como privacidade, vieses algorítmicos e a precisão das respostas geradas. Conclui-se que, apesar dos obstáculos, as IAGs, como o ChatGPT, podem desempenhar um papel significativo na Educação Matemática, estimulando a inovação pedagógica e a autonomia dos estudantes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa. ChatGPT . Educação Matemática.

ABSTRACT

This work analyzes the use of Generative Artificial Intelligences (IAGs), with a focus on ChatGPT, in the context of Mathematics teaching, seeking to understand their contributions and challenges to teaching practice. This is a bibliographical research, which examines recent studies and works on the subject, available in the CAPES Catalog of Theses and Dissertations, with the aim of making a synthetic analysis by investigating how these technologies have been integrated into Mathematics Education and how they can help teachers and students. The results indicate that, although the use of IAGs in basic education is still incipient, these tools have great potential to personalize learning, offer didactic support and automate tasks, contributing to more interactive and adaptive teaching. The study also discusses the limitations and ethical challenges associated with the use of these technologies, addressing issues such as privacy, algorithmic biases and the accuracy of the responses generated. It is concluded that, despite the obstacles, IAGs, such as ChatGPT, can play a significant role in Mathematics Education, stimulating pedagogical innovation and student autonomy.

Keywords: Generative Artificial Intelligence. ChatGPT . Mathematics Education.

LISTA DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTD	Catálogo de Teses e Dissertações
EM	Educação Matemática
GPT	Generative Pre-trained Transformer
IA	Inteligência Artificial
IAG	Inteligência Artificial Generativa
LLM	Grandes Modelos de Linguagem
OMU	Olimpíada de Matemática da UNEMAT
PLN	Processamento de Linguagem Natural
PCN	Parâmetros Nacionais Curriculares
RNA	Redes Neurais Artificiais
TD	Tecnologias Digitais

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	12
2.1 Um breve histórico	12
2.2 Inteligência Artificial Generativa (IAG)	13
2.2.1 <i>O ChatGPT</i>	15
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	18
4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	20
4.0.1 A aprendizagem personalizada	22
4.0.2 Assistência aos professores	23
4.0.3 Desafios práticos e considerações éticas	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A Matemática é um dos componentes curriculares mais importantes do ensino para a formação dos alunos. Essa importância, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática, se dá porque:

[...] a Matemática desempenha papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana, tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento e na agilização do raciocínio dedutivo do aluno | (Brasil, 1997, p. 15) .

No entanto, ao analisar o processo de ensino e aprendizagem desse componente, nota-se vários desafios enfrentados pelos docentes. Os PCN resumem isto:

O ensino de Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem | (Brasil, 1997, p. 15).

A citação acima é do ano de 1997 e infelizmente podemos chama-lá de contemporânea, pois o que nela está sendo dito ainda se encontra bem presente no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Na busca por diminuir estas dificuldades e melhorar o ensino, faz-se necessário que o processo de ensino passe por algumas mudanças metodológicas e que estas possam, além de promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem, torná-lo mais atual e compatível com o perfil do aluno que vem de uma era tecnológica | (Sousa, 2023).

Imersos neste contexto, uma das possibilidades encontradas por muitos educadores da área, é o uso das Tecnologias Digitais (TD). Segundo (Segundo Borba, Rangel e Chiari (2015)), as TD são recursos para minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino de Matemática, a depender de como são utilizadas. O uso das TD, permite que o professor consiga tornar o ensino mais atual e dinâmico, algo de muita relevância, já que os alunos atualmente são nativos digitais, vindos das chamadas “Geração Z”¹ e “Geração Alpha”². Todavia, a aplicação desta também traz desafios, pois os professores devem acompanhar

¹Geração Z é composta por pessoas nascidas, aproximadamente, entre 1995 e 2010 (as datas variam dependendo da fonte). Essa geração é caracterizada por ter crescido em um ambiente altamente digitalizado, com a tecnologia, internet e redes sociais desempenhando papéis centrais em sua vida desde cedo.

²Geração Alpha refere-se às pessoas nascidas a partir de 2010, período marcado pela rápida evolução tecnológica e pela integração massiva da tecnologia digital no cotidiano. É a primeira geração totalmente imersa em dispositivos móveis, inteligência artificial e ambientes digitais desde a infância, o que influencia profundamente sua forma de aprender, se comunicar e interagir com o mundo.

constantemente as atualizações acerca das TD e os seus reflexos na Educação | (Santos *et al.*, 2023).

Entre os pluralismos dos recursos digitais disponíveis atualmente, nos chama a atenção as Inteligências Artificiais Generativas (IAG), especialmente o ChatGPT. A identificação pessoal do autor pelo tema das IAG, despertou no mesmo o interesse em seu uso para fins educacionais na Matemática, fazendo com que se percebesse a relevância desse tema para pesquisas em Educação Matemática (EM). Embora seja um tema relevante, a base de dados sobre ele na Educação Matemática ainda é limitada, o que destaca a necessidade de um aprofundamento em pesquisas de caráter teórico e prático.

Motivado por essa questão, durante a disciplina de Metodologia da Pesquisa, foi elaborado um pré-projeto para o Trabalho de Conclusão de Curso, que agora se concretiza neste trabalho. Este estudo, conduzido por meio de uma pesquisa bibliográfica, busca compreender como o tema das IAGs, em particular o ChatGPT, vem sendo abordado nas pesquisas disponíveis no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e de que forma essa tecnologia pode contribuir para o ensino de Matemática, destacando suas potencialidades e limitações.

Ao final, o trabalho pretende responder à seguinte questão de pesquisa: “Quais são as potencialidades e limitações do ChatGPT, enquanto IAG, no ensino e aprendizagem de Matemática?”

A organização do trabalho seguirá o seguinte esquema: inicialmente, será abordado um capítulo dedicado aos principais conceitos de Inteligência Artificial (IA), IAG e o ChatGPT; em seguida, um capítulo tratará da aplicação da IA na Educação Matemática; após isso, a metodologia da pesquisa será apresentada; posteriormente, será feita a análise das obras sobre o tema; e, finalmente, o estudo será concluído com uma síntese dos resultados e considerações finais.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial possui uma definição bastante complexa, englobando uma vasta quantidade de dados e informações, que influenciam de maneira significativa diversas áreas da sociedade (Matos, 2022). Ao buscar uma definição, (Silva, 2023, p. 17) afirma que “o desenvolvimento de Inteligência Artificial é parte da aspiração humana de criar sistemas que possam realizar tarefas cognitivas habitualmente feitas por humanos.” Neste sentido, podemos dizer que:

[...] a IA tem como finalidade realizar determinadas ações de uma maneira que se aproxime mais fielmente da realidade ou até mesmo que realize tais tarefas com resultados mais eficazes, buscando possíveis erros se executados por humanos e assim simulando esses resultados mais perfeitamente e mais próximos da realidade (Alves *et al.*, 2023, p. 22)

Com isso, pode-se dizer que IA é fruto de um desejo humano de desenvolver um sistema que seja capaz de realizar tarefas e resolver problemas de uma maneira muito semelhante à inteligência humana.

Este capítulo tem como objetivo apresentar um breve histórico da Inteligência Artificial, explorar o conceito de Inteligência Artificial Generativa, com destaque para o popular ChatGPT, e discutir a aplicação da IA na educação, em especial no ensino de Matemática, abordando suas potencialidades e os desafios envolvidos.

2.1 Um breve histórico

Embora a data de origem dos primeiros protótipos de Inteligência Artificial não seja conhecida com precisão, Haenlein e Kaplan (2019) atribuem seu surgimento à década de 1940. Pois foi nessa época, em meio a segunda guerra mundial, que “o matemático inglês Alan Turing trabalhava no desenvolvimento de uma máquina que fosse capaz de decifrar o código Enigma, usado pelo exército alemão” (Silva, 2023, p.16).

A máquina criada por Turing foi chamada de *The Bombe*, esta teve êxito em executar uma tarefa quase impossível até mesmo para os melhores matemáticos da época. Após isso, em 1950, Turing publica o artigo intitulado “Computing Machinery and Intelligence” (Máquinas de Computação e Inteligência, tradução livre), neste trabalho, ele descreve máquinas inteligentes e propõe um teste para avaliar se uma máquina pode ser considerada inteligente ou não — o Teste de Turing. (Silva, 2023).

Este artigo é considerado um dos mais influentes em toda história da IA, sendo um marco pois, “nesse artigo foi a primeira vez que se discutiram várias objeções à ideia de que as máquinas podem pensar, expondo seus contra-argumentos” (Alves *et al.*, 2023, p. 23). Foi após sua publicação que diversos autores passaram a explorar a questão: “Uma máquina pode pensar?”. Com essa premissa desenvolvida em obras literárias posteriores

a Turing, podemos identificar diferentes formas de inteligência já imaginadas na época. Um exemplo são personagens fictícios descritos como máquinas que adquiriam inteligência própria e interagiam com o mundo real.

A linha do tempo da história da IA de 1940 até os dias de hoje é marcada por fases de muita evolução, desenvolvimento, relevância e aplicações em diversas áreas, no entanto, em meio a isto passou também por alguns períodos de crise.

A partir de 1990 as pesquisas em IA ressurgem, impulsionadas pelo aumento do poder computacional, a disponibilidade massiva de dados, avanços teóricos e práticos em algoritmos de aprendizado de máquina e a crescente viabilidade de aplicações práticas, que atraíram investimentos e ampliaram o impacto da IA em diversos setores.

Com isso, a partir dos anos 2000 já era possível utilizar algumas aplicações da IA, como reconhecimento facial e de voz, chats inteligentes (Chatbots), tradução de idiomas, análise de padrões de comportamento (Sistemas de recomendação), carros autônomos e até na área médica com o auxílio no diagnóstico de doenças e análise de exames de imagem.

Um ramo de IA que tornou-se amplamente conhecido recentemente foi as Inteligências Artificiais Generativas, ela é um tipo de inteligência artificial projetada para criar novos conteúdos, como textos, imagens, músicas, vídeos, ou até mesmo código de programação, a partir de dados de entrada (pergunta ou prompt). Diferente de outras formas de IA que apenas analisam ou classificam dados, as IAGs têm a capacidade de gerar algo novo e original, imitando ou extrapolando padrões que aprendeu em grandes conjuntos de dados na qual foi treinada.

Um dos principais “produtos” desse ramo da IA foi o ChatGPT, lançado no final de 2022 pela empresa OpenAI. O ChatGPT é um chat conversacional (chatbot) que oferece resposta em linguagem natural a uma pergunta (prompt) feita pelo usuário. O ChatGPT trouxe a IA generativa para o cotidiano das pessoas, permitindo conversas interativas, geração de conteúdo personalizado e assistência em diversas tarefas. Sua interface amigável e capacidade de gerar texto natural aumentaram sua popularidade, tornando-o um dos exemplos mais conhecidos de IA generativa.

Neste tópico, abordamos conceitos fundamentais de Inteligência Artificial e um breve histórico de seu desenvolvimento, preparando o terreno para uma análise mais detalhada sobre uma de suas vertentes mais inovadoras: a Inteligência Artificial Generativa. No próximo tópico, continuaremos essa discussão, explorando o papel das IAGs no contexto atual, com especial destaque para o ChatGPT.

2.2 Inteligência Artificial Generativa (IAG)

Como dito acima, Inteligência Artificial Generativa é um ramo, uma vertente de IA, que tem como principal objetivo criar novos conteúdos, como textos, imagens, vídeos e etc, em resposta a uma determinada pergunta (prompt) feita pelo usuário. Diferente de outras formas de IA que apenas analisam ou classificam dados, as IAG têm a capacidade

de gerar algo novo e original, imitando ou extrapolando padrões que aprendeu em grandes conjuntos de dados.

Segundo Carle (2023), os modelos generativos, também chamados de IAG, vão além da mera previsão, pois são capazes de criar conteúdos totalmente novos, baseados nos dados utilizados em seu treinamento. Essa capacidade é resultado dos avanços na Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning*).

O Aprendizado de Máquina é uma subárea da IA que permite que sistemas computacionais aprendam e se ajustem com base em dados, sem a necessidade de programação explícita para tarefas específicas. Em essência, trata-se do processo pelo qual computadores adquirem a capacidade de reconhecer padrões, tomar decisões e fazer previsões a partir das informações fornecidas | (Géron, 2019, p. 4).

A evolução e a eficiência dos sistemas de IA atuais são amplamente atribuídas ao uso de técnicas avançadas de Aprendizado de Máquina, especialmente o Aprendizado Profundo (*Deep Learning*). Essa abordagem se destaca pela aplicação de Redes Neurais Artificiais (RNA), estruturas computacionais inspiradas na complexidade e funcionamento do cérebro humano. Essas redes são formadas por uma série de "nós" ou "neurônios" interconectados que, assim como os neurônios biológicos, processam informações, aprendem com elas e, posteriormente, realizam previsões ou classificações | (Géron, 2019, p. 259).

O Aprendizado Profundo ou *Deep Learning* é uma evolução no campo do Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*). Com o uso de Redes Neurais Artificiais compostas por várias camadas, essa técnica consegue processar grandes volumes de dados e detectar padrões complexos, tornando-se essencial para tarefas como reconhecimento de imagens, tradução automática e compreensão de linguagem natural. As diferentes abordagens do Aprendizado de Máquina estão na vanguarda da tecnologia, permitindo que sistemas computacionais alcancem níveis de desempenho cada vez mais próximos das habilidades cognitivas humanas | (Pereira; Moura, 2023).

A Inteligência Artificial Generativa é um avanço significativo no aprendizado profundo, utilizando redes neurais para processar tanto dados rotulados quanto não rotulados, combinando abordagens supervisionadas, não supervisionadas e semi-supervisionadas. Sua principal característica é a capacidade de criar novos conteúdos com base em dados anteriores, por meio de modelos estatísticos complexos. Ao interagir com uma IAG, ela não oferece respostas pré-programadas, mas gera previsões contextualizadas a partir do comando fornecido, refletindo a profundidade e a sofisticação de seu treinamento. | (Pereira; Moura, 2023)

É o Processamento de Linguagem Natural (PLN) que se concentra na interação entre computadores e a linguagem humana, permitindo que máquinas entendam, interpretem, gerem e respondam a textos ou falas da mesma forma que um ser humano faria. O PLN é essencial para a comunicação eficiente entre humanos e máquinas, permitindo que sistemas compreendam e gerem linguagem natural de forma cada vez mais precisa.

E foi o PLN que possibilitou o desenvolvimento de Modelos de Linguagem, que representam um grande avanço na capacidade dos sistemas computacionais de prever a próxima palavra em uma sequência, garantindo coerência contextual. Esses modelos são aprimorados por meio do treinamento com grandes volumes de texto, utilizando técnicas probabilísticas e cálculos matemáticos para identificar a palavra mais adequada em um dado contexto. Naturalmente, quanto mais amplo e diversificado for o conjunto de dados utilizado no treinamento, mais precisas e refinadas serão as previsões geradas pelo modelo (Carle, 2023).

Com o avanço da tecnologia, surgiram os Grandes Modelos de Linguagem (LLM, do inglês “Large Language Models”), caracterizados por bilhões ou trilhões de parâmetros. Esses modelos possuem alta capacidade de processamento e precisão, permitindo gerar textos coerentes, responder perguntas, traduzir idiomas e até escrever códigos de programação. (Pereira; Moura, 2023)

Os LLMs são essenciais para a Inteligência Artificial Generativa, pois, ao contrário de modelos mais simples que apenas classificam, sugerem ou reconhecem padrões, os LLMs têm a capacidade de criar e gerar novos conteúdos com base em seu treinamento. Eles não se limitam a reproduzir o que foi aprendido, mas também realizam inferências, combinam informações de diferentes contextos e produzem respostas originais. Quando alimentados com amplas combinações de texto, os LLMs conseguem transformá-las em conteúdos inéditos e relevantes, refletindo a complexidade e o potencial da interação entre linguística e tecnologia (Carle, 2023).

2.2.1 O ChatGPT

Este é um dos produtos mais conhecidos da IAG, o ChatGPT. Foi desenvolvido pela empresa norte americana OpenAI, que é uma organização de pesquisa em inteligência artificial fundada em 2015. O ChatGPT é um chatbot avançado, baseado na arquitetura GPT (Generative Pre-trained Transformer). Ele foi projetado para interações em linguagem natural, podendo conversar, responder perguntas, escrever textos, criar códigos e desempenhar diversas tarefas relacionadas à linguagem. A primeira versão pública foi lançada em novembro de 2022, e desde então, o ChatGPT tem se destacado, rapidamente se popularizando, chegou a alcançar em apenas dois meses de lançamento uma base de 100 milhões de usuários.

O ChatGPT é baseado em Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) e utiliza a arquitetura GPT (Generative Pre-trained Transformer), desenvolvida pela OpenAI. O GPT, é um modelo de linguagem treinado para gerar textos de maneira autônoma, utilizando uma abordagem de aprendizado profundo para prever palavras em sequência. Ele é pré-treinado em vastos conjuntos de dados, o que permite ao modelo adquirir uma compreensão ampla de contextos linguísticos e responder de forma relevante a diversos tipos de

entradas. A sigla GPT, traduzida como “Transformer Generativo Pré-Treinado”, representa um avanço significativo na forma como as máquinas compreendem e produzem a linguagem natural.

A arquitetura *Transformer*, que é a espinha dorsal do ChatGPT, utiliza mecanismos de atenção para ponderar diferentes partes de uma entrada, permitindo que o Modelo considere o contexto global ao gerar uma resposta. Essa capacidade de criar conteúdo coerente e contextualizado, seja completando uma frase ou elaborando um texto, é uma demonstração do poder da IAG. A capacidade dos *Transformers* de dar atenção a diferentes partes de um texto é o que permite ao ChatGPT entender e gerar respostas que são relevantes e contextualizadas. (Pereira; Moura, 2023)

O ChatGPT é uma IAG pioneira, disponibilizada inicialmente de forma gratuita. Atualmente, ele evoluiu para versões aprimoradas, oferecendo opções tanto de uso gratuito quanto de assinatura paga, proporcionando maior acessibilidade e funcionalidades avançadas para diferentes perfis de usuários. A versão gratuita é baseada no GPT-3.5, consegue oferecer respostas rápidas e eficientes para a maioria das tarefas em linguagem natural. A versão paga é baseada no GPT-4, o mais recente e avançado modelo desenvolvido pela OpenAI. Esta custa aproximadamente 20 dólares por mês, ele oferece respostas mais refinadas, melhor desempenho em tarefas complexas e prioridade de acesso mesmo durante períodos de alta demanda.

Uma das principais diferenças entre as duas versões esta ligada a parte técnica de seu funcionamento. O GPT-4 é superior ao GPT-3.5 devido a uma série de aprimoramentos em sua arquitetura, treinamento e capacidade de processamento. O GPT-4 foi treinado com uma base de dados maior e mais diversificada em comparação ao GPT-3.5. Isso permite que ele compreenda melhor nuances linguísticas e forneça respostas mais relevantes e contextualizadas. Além de mais dados, houve um foco em qualidade para reduzir erros, vieses e alucinações (respostas incorretas ou inventadas). Embora ambos usem a arquitetura *Transformer*, o GPT-4 tem mais parâmetros (bilhões ou trilhões), o que amplia sua capacidade de identificar padrões e fazer inferências mais sofisticadas.

Assim, a maior complexidade permite lidar melhor com textos longos, mantendo a coerência e o contexto por mais tempo. Além do mais, o GPT-4 recebeu em seu treinamento uma quantidade maior de *feedback* humano, isso melhora a clareza, a relevância e a precisão das suas respostas. O mesmo consegue ser multimodal, o que significa que pode processar tanto texto quanto imagens (em algumas versões). Isso amplia significativamente suas aplicações em comparação ao GPT-3.5, que é limitado apenas ao texto. Por fim, o GPT-4 tem uma taxa menor de alucinações (respostas inventadas) e apresenta menos vieses em suas respostas.

Tendo também, um desempenho significativamente melhor em programação, tradução

de idiomas e análise crítica. Em *benchmarks*³, ele supera o GPT-3.5 em tarefas como resolução de problemas matemáticos e compreensão textual.

É evidente que o ChatGPT tem alcançado sucesso além dos círculos da comunidade científica de IA, pois refinou o uso de uma interface de linguagem natural (chat) e tornou a tecnologia acessível ao usuário comum. Sua interface simples permite que qualquer pessoa aproveite os benefícios da IA, sem a necessidade de possuir conhecimentos avançados ou ser especialista na área (Silva, 2023).

Como resultado, pesquisadores e profissionais têm explorado o uso de LLMs para apoiar especialistas em diversos domínios, como educação (Kasneci *et al.*, 2023; Rasul *et al.*, 2023; Rudolph *et al.*, 2023; Sallam, 2023), saúde (Arora; Arora, 2023; Sallam, 2023; Tang *et al.*, 2023; Qi *et al.*, 2023) e ciência da informação (Lund; Wang, 2023), entre outros mencionados na literatura.

No entanto, “no universo dos LLMs, um fenômeno que tem despertado atenção e cautela é o que a comunidade técnica denomina de “alucinação” (Pereira; Moura, 2023). Este é ponto que preocupa a maioria dos pesquisadores da área de IAG. Podemos dizer que “a alucinação é a ação do modelo ‘inventar’ respostas de maneira muito convincente, mas sem qualquer fundamentação” (Santos, 2023, p.26). Uma questão prática de importância, principalmente no contexto educacional, onde a qualidade e a veracidade do conteúdo é primordial.

³*Benchmarks* são testes ou critérios padronizados usados para medir e comparar o desempenho de sistemas, tecnologias ou processos em um contexto específico. No campo da ciência da computação e da inteligência artificial (IA), benchmarks são frequentemente utilizados para avaliar a eficiência, precisão e capacidade de diferentes modelos, algoritmos ou softwares.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia desta pesquisa, quanto aos objetivos, será exploratória. A pesquisa exploratória é um tipo de pesquisa que tem como objetivo principal proporcionar maior familiaridade com o tema ou problema estudado, especialmente em áreas onde o conhecimento ainda é escasso ou pouco desenvolvido. Esse tipo de pesquisa busca levantar informações iniciais, identificar conceitos-chave e formular hipóteses que servirão de base para estudos mais aprofundados. Theodorson e Theodorson (1970, p.132) descrevem a pesquisa exploratória como:

[...] um estudo preliminar, cujo principal objetivo é se familiarizar com o fenômeno a ser investigado, de modo que o estudo principal subsequente possa ser planejado com maior compreensão e precisão. O estudo exploratório (que pode utilizar uma variedade de técnicas, geralmente com uma amostra pequena) permite ao pesquisador definir seu problema de pesquisa e formular sua hipótese com mais exatidão. Ele também possibilita escolher as técnicas mais adequadas para a pesquisa e decidir sobre as questões que mais necessitam de ênfase e investigação detalhada, além de alertá-lo para possíveis dificuldades, sensibilidades e áreas de resistência (Tradução nossa).

Geralmente, a pesquisa exploratória utiliza métodos como revisão bibliográfica, entrevistas com especialistas e estudo de caso, o que permite ao pesquisador entender melhor o contexto e as variáveis envolvidas no tema pesquisado.

Ao que diz respeito aos procedimentos técnicos, esta será uma pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é uma modalidade de pesquisa que tem como objetivo levantar, analisar e sintetizar o conhecimento já existente sobre determinado tema ou problema por meio de fontes como livros, artigos científicos, dissertações, teses e outros materiais acadêmicos. Esse tipo de pesquisa é essencial para fundamentar teoricamente um estudo, pois permite ao pesquisador conhecer o estado atual do conhecimento, identificar lacunas, entender abordagens já utilizadas e formar uma base sólida para a formulação de hipóteses ou para o desenvolvimento de pesquisas complementares.

Para Severino, a pesquisa bibliográfica realiza-se pelo:

[...] registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utilizam-se dados de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir de contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos (Severino, 2007, p.122).

Com este intuito, esta pesquisa irá analisar os trabalhos acadêmicos sobre o tema: Inteligência Artificial Generativa voltadas ao ensino de Matemática, que se encontram

disponíveis no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD) da CAPES. Este é uma base de dados mantida pela CAPES, órgão vinculado ao Ministério da Educação do Brasil. Esse catálogo reúne e disponibiliza, em acesso público, registros de teses e dissertações produzidas em programas de pós-graduação no país, abrangendo diversas áreas do conhecimento. E tem como objetivo facilitar o acesso a produções acadêmicas brasileiras, promover a disseminação do conhecimento científico e incentivar a consulta e o uso desses trabalhos por estudantes, pesquisadores e profissionais.

A pesquisa no site do CTD se deu da seguinte forma: foi pesquisado inicialmente o termo: Inteligência Artificial, e buscando uma maior delimitação do tema foram usados os seguintes filtros: Área de conhecimento: Matemática e Ensino de Ciências e Matemática, após isso encontramos 13 obras. Dentre estas foi realizado outro filtro manualmente, onde foi feita a leitura do resumo restando apenas 4 obras que realmente são voltadas ao propósito desta pesquisa. Foi pesquisado também o termo: Inteligência Artificial Generativa, encontrando-se 4 obras das quais apenas uma era voltada a área de Matemática e a seu ensino. No entanto ao pesquisar o termo: ChatGPT, com o filtro área de concentração: Matemática na educação básica, encontramos duas obras, causando certa surpresa já que estas não tinham aparecido ao pesquisar sobre IAG, mesmo o ChatGPT sendo uma das principais representantes. Por fim, buscando o termo: Inteligência Artificial Generativa na Educação, na busca por um panorama mais geral, encontramos duas obras. Vale ressaltar que não foi definido durante as pesquisas nenhum marco temporal e que nos filtros realizados manualmente se deram a partir da leitura do resumo verificando a adequação ou não ao que temos como objetivos nesta pesquisa.

No capítulo seguinte, serão apresentadas as obras analisadas aqui e as devidas discussões sobre o tema.

Ainda na metodologia, vale destacar que este texto foi submetido à revisão ortográfica e aprimoramento textual utilizando o ChatGPT, como ferramenta auxiliar⁴.

⁴Essa prática visou otimizar a clareza e correção da escrita, sem comprometer a originalidade ou a autoria do conteúdo apresentado. A utilização deste recurso foi feita de maneira ética e transparente, respeitando os princípios da integridade acadêmica e mantendo a autoria intelectual do texto original. Reconhece-se que a IA atuou como um instrumento de auxílio técnico e não como uma substituta do processo criativo e reflexivo do pesquisador. A menção a este uso está fundamentada em discussões acadêmicas voltadas a utilização de tecnologias, como as de IA, em atividades de suporte ao pesquisador no processo de escrita acadêmica. Como apontam Vasconcellos (2023), Xames e Shefa, (2023).

4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

É notório, já há algum tempo, que o uso de tecnologias digitais tornou-se indispensável nas atividades humanas. Como aponta Santaella (2003, p. 30), essas tecnologias são "um ingrediente sem o qual a cultura contemporânea: trabalho, arte, ciência e educação, na verdade toda gama de interações sociais, é impensável". Nesse contexto, a inteligência artificial também se destaca, estando presente em diversas áreas da atuação humana, desempenhando um papel fundamental na transformação de processos e na forma como nos relacionamos com o conhecimento e a informação, na área educacional não seria diferente.

Neste capítulo, exploraremos o impacto e as possibilidades da Inteligência Artificial Generativa no campo da educação, especialmente na Educação Matemática. Já que, com o avanço das tecnologias digitais e o desenvolvimento de modelos de IA cada vez mais sofisticados, a educação passou a contar com novas ferramentas que podem ser capazes de transformar o processo de ensino-aprendizagem. Vamos abordar como a IAG, mais precisamente o ChatGPT está sendo aplicado na Educação Matemática, destacando suas principais possibilidades de uso, os benefícios que proporciona, bem como os desafios que ainda precisam ser enfrentados para uma maior integração nas práticas pedagógicas. Além disso, será dada especial atenção aos desafios éticos e práticos que o uso da IAG na educação traz, buscando analisar questões como privacidade, viés algorítmico, as chamadas "alucinações" e a dependência tecnológica. A análise incluirá exemplos práticos de utilização de IAG na educação que já foram desenvolvidos, bem como as oportunidades que essas tecnologias oferecem para professores e alunos.

Esta revisão busca compreender de forma aprofundada como as IA, a IAG e o ChatGPT vêm sendo integrados à prática docente e quais práticas têm mostrado resultados significativos na Educação Matemática, além de apontar caminhos para futuras investigações no campo.

Em resumo, serão analisadas aqui, fruto destas pesquisas no CTD, as oito obras seguintes:

- **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL & EDUCAÇÃO ONLINE NA ESCOLA PÚBLICA: POSSIBILIDADES E ALCANCES.** Dissertação de Lidiane Costa Da Silva Matos, desenvolvida no programa: Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e defendida em 27/01/2022.
- **EM BUSCA DE COMPREENSÕES SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PROGRAMAÇÃO INTUITIVA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.** Tese de Silvana Gogolla de Mattos, desenvolvida no programa: Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR)

e defendida em 07/11/2022.

- **UMA PROPOSTA PARA CONCEPÇÃO DE INTERFACES PARA PLATAFORMAS EDUCACIONAIS DE MATEMÁTICA ASSISTIDAS POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.** Tese de Renata Oliveira Balbino, desenvolvida no programa: Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e defendida em 21/11/2023.
- **GenIA: PLATAFORMA PARA CONSTRUÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA QUE FAZ USO DE PROGRAMAÇÃO INTUITIVA E É ASSISTIDA POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.** Tese de Evandro Alberto Zatti, desenvolvida no programa: Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e defendida em 03/08/2023.
- **IA GENERATIVA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: EXPLORANDO O CHATGPT EM QUESTÕES DO NÍVEL I DA OLIMPÍADA DE MATEMÁTICA DA UNEMAT.** Dissertação de Paulo Cezar Kroth dos Santos, desenvolvida no programa: Matemática em Rede Nacional da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT) e defendida em 06/12/2023.
- **DESAFIOS E POSSIBILIDADES DO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA ELABORAÇÃO E REVISÃO DE ITENS DE MATEMÁTICA** Dissertação de Andrey Camurca da Silva, desenvolvida no programa: Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e defendida em 22/12/2023.
- **CHATGPT COMO UM RECURSO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA.** Dissertação de Romis de Sousa Moraes, desenvolvida no programa: Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e defendida em 13/08/2024.
- **O CÉREBRO ELETRÔNICO QUE ME DÁ SOCORRO: OS IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA E OS USOS DO CHATGPT NA EDUCAÇÃO.** Tese de Caio Favero Marchi, desenvolvida no programa: Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e defendida em 30/10/2023.

Algo que merece destaque é o quão estas obras tem uma recente data de publicação, mostrando como as pesquisas sobre o tema voltadas a educação, principalmente na área de

Matemática, ainda se encontra pouco desenvolvido. Dessa forma, as pesquisas acadêmicas disponíveis sobre o assunto ainda são um tanto escassas.

Ao analisar as pesquisas acima, destacam-se alguns pontos principais abordados nos estudos: A aprendizagem personalizada, Assistência aos professores e Desafios práticos e considerações éticas. Prezando pela organização, abordaremos cada um separadamente.

4.0.1 A aprendizagem personalizada

Um dos pontos principais abordados nos estudos acima, é a aprendizagem personalizada. Os estudos sugerem que dentre as maneiras pelas quais a Inteligência Artificial pode ser aplicada no ensino da Matemática, a personalização do ensino é de longe apresentada como a mais vantajosa.

Balbino (2023) fala que a IA tem a capacidade de adaptar o conteúdo e as atividades de aprendizagem de acordo com as necessidades individuais dos alunos, criando algoritmos de personalização que atendem a diferentes habilidades e níveis de conhecimento, também destaca que pode ser utilizada para realizar avaliações automatizadas, proporcionando *feedback* imediato aos alunos sobre seu desempenho, o que ajuda na identificação de erros e na orientação para soluções.

Nesta mesma linha, Matos (2022) destaca que a IA permite a personalização do aprendizado, adaptando o conteúdo e as trilhas de aprendizagem de acordo com o interesse e o desempenho individual dos alunos. Algo que já acontece em plataformas como a Khan Academy que utilizam IA para oferecer exercícios e conteúdos que se ajustam ao nível de conhecimento do estudante, com base em dados coletados durante a interação. Para a autora, outro aspecto importante é a análise de dados, onde algoritmos de aprendizado de máquina permitem que os educadores analisem o desempenho dos alunos, identificando áreas de dificuldade e ajustando as estratégias de ensino conforme necessário.

Segundo Zatti (2023), essas aplicações visam não apenas melhorar a eficiência do ensino da Matemática, mas também tornar o aprendizado mais interativo e adaptado às necessidades dos alunos, contribuindo para um ambiente educacional mais dinâmico e envolvente.

Assim, para os autores Balbino (2023), Matos (2022) e Zatti (2023), a personalização do ensino é possível principalmente porque os sistemas de IA podem atuar como tutores digitais que estão disponíveis aos alunos a qualquer momento, sendo capazes de oferecer suporte individualizado aos alunos, guiando-os em suas dificuldades e auxiliando na resolução de problemas. Para os professores, a IA também pode facilitar a construção de Objetos de Aprendizagem interativos e adaptáveis, permitindo que os alunos explorem conceitos matemáticos de forma mais envolvente. Com isto, propostas pedagógicas que envolvam o uso de IA devem promover um maior engajamento e motivação nos alunos.

4.0.2 Assistência aos professores

A princípio pode-se supor que sistemas de IAG como o ChatGPT por exemplo, podem ajudar os professores na criação de planos de aulas, de atividades, na resolução de questões e na elaboração de questões para avaliações, como resultado liberando mais tempo para a dedicação em outras atividades metodológicas importantes.

Nesse sentido, Santos (2023) em sua dissertação, busca avaliar justamente a eficácia do ChatGPT na elaboração de materiais didáticos para a Olimpíada de Matemática da UNEMAT (OMU), comparando-os com os materiais tradicionais utilizados pelos professores. A metodologia adotada envolveu três etapas: a primeira etapa teve como objetivo identificar os acertos e erros do ChatGPT-4 na elaboração do gabarito das provas. Na segunda etapa, foi avaliado o índice de acertos e erros do ChatGPT-3.5, comparando-se os resultados com os obtidos pelo ChatGPT-4. Por fim, a terceira etapa buscou avaliar a capacidade do ChatGPT-3.5 em criar novas questões que fossem apropriadas para a preparação dos alunos para a OMU.

Como resultado, Santos (2023) indica que as soluções geradas pelo ChatGPT apresentam um alto grau de detalhamento e são consideradas relevantes pelos professores, especialmente em comparação com os gabaritos tradicionais. O ChatGPT-4 apresentou uma taxa de acerto de 82,20% ao gerar gabaritos, o que demonstra sua capacidade significativa de processamento e resolução de problemas matemáticos. A pesquisa indica que a maioria dos erros (85,71%) ocorreu em questões com elementos visuais, evidenciando uma limitação na interpretação desses elementos, mas a lógica matemática subjacente estava majoritariamente correta. O ChatGPT-3.5, com uma taxa de acerto de 70,24%, mostrou um desempenho inferior, o que reforça a ideia de que a versão mais avançada é mais eficaz na geração de respostas corretas.

Para mais, o ChatGPT pode gerar questões de prática para os alunos, ajudando na preparação para competições como a Olimpíada de Matemática, beneficiando os alunos com exercícios que estimulam o raciocínio lógico e a resolução de problemas. Outro ponto é que a IA pode ser utilizada para analisar as respostas dos alunos, identificando acertos e erros, o que ajuda os professores a entender melhor as dificuldades enfrentadas pelos alunos e a ajustar suas abordagens pedagógicas. Embora o autor mencione que o ChatGPT-4 ainda apresenta limitações, principalmente na interpretação de elementos visuais, a capacidade de processar gráficos, tabelas e imagens pode ser uma ferramenta valiosa para a resolução de problemas matemáticos que envolvem esses elementos.

Na pesquisa de Santos (2023), o ChatGPT-3.5 foi avaliado quanto à capacidade de gerar novas questões, e embora as questões fossem pertinentes, o desenvolvimento das respostas era menos detalhado do que o do ChatGPT-4. Isso sugere que, embora o ChatGPT-3.5 possa ser útil na criação de questões, a profundidade e a clareza das respostas são aspectos que precisam ser considerados ao escolher qual versão utilizar para

fins educacionais.

Consoante a isto, | (Silva, 2023) em sua pesquisa, buscou investigar a aplicação de sistemas de IAG como por exemplo, o ChatGPT e o Bing Chat, para criação e revisão de itens de avaliação em Matemática. Os resultados da pesquisa indicaram que essas ferramentas de IAG, apresentaram algumas limitações e capacidades na elaboração de itens de Matemática. Para o autor os chats demonstraram dificuldades em todas as partes dos itens de avaliação, incluindo enunciados, suporte, comando e alternativas.

No entanto, apesar dessas limitações, mostraram uma capacidade de compreender as habilidades solicitadas e formular situações que as envolvem, sugerindo que podem ser úteis no processo de elaboração de itens, desde que os resultados sejam revisados por um docente. Além disso, alguns itens produzidos com o auxílio dos chats e revisados pelo autor apresentaram bom poder discriminativo, indicando que, com aprimoramento, as ferramentas podem contribuir efetivamente para a elaboração de itens de avaliação. O Bing Chat, em particular, foi destacado por ter executado com sucesso as etapas para as quais foi instruído, mostrando um desempenho mais satisfatório em comparação ao ChatGPT. Esses resultados sugerem que, embora as ferramentas de IA tenham limitações, elas também oferecem potencial para auxiliar na elaboração de itens de avaliação em matemática, especialmente quando combinadas com a expertise dos educadores.

Ademais, | (Silva, 2023) destaca que as ferramentas de IA podem ser utilizadas para revisar itens já existentes, identificando possíveis falhas ou inadequações, o que pode melhorar a qualidade das avaliações. E que também têm a capacidade de gerar problemas matemáticos contextualizados, desde que sejam fornecidos contextos específicos e descrições claras das habilidades a serem avaliadas no item. No entanto, o autor ressalta que a utilização dessas ferramentas deve ser feita com cautela, uma vez que a IA pode apresentar limitações e gerar conteúdos que necessitam de revisão e validação por parte dos educadores para garantir a qualidade e a precisão dos itens elaborados.

Ainda nesta linha, | Moraes (2024) traz como um dos resultados de sua pesquisa, que o ChatGPT se mostrou uma ferramenta valiosa na elaboração de atividades pedagógicas, proporcionando respostas em tempo real e economizando tempo dos professores. No entanto, foram identificados erros na estruturação das questões geradas, o que reforçou a necessidade de uma revisão cuidadosa por parte dos educadores. A pesquisa enfatiza a importância de um olhar crítico por parte dos professores na revisão das questões geradas pela IA, visando garantir a qualidade do material didático.

4.0.3 Desafios práticos e considerações éticas

Além das preocupações recorrentes nas pesquisas em relação as respostas erradas, surgem outras, como por exemplo, que não é possível saber a fonte das respostas geradas, elas também podem refletir possíveis vieses existentes nos dados com os quais os algoritmos

foram treinados, além da preocupação com o impacto sobre o pensamento crítico dos alunos, uma vez que recursos de IAG podem ser utilizados apenas como uma fonte fácil de repostas.

Marchi (2023), em seu estudo investiga como estudantes de cursos relacionados à comunicação e tecnologia utilizam modelos de IAG, especialmente o ChatGPT, para fins acadêmicos, e quais são os impactos desse uso na aprendizagem. Apesar de não ser um trabalho que trate do assunto especificamente na área de Educação Matemática, o mesmo foi escolhido dada sua relevância, buscando-se um panorama mais geral do tema da IAG no contexto educacional.

Na obra de Marchi (2023), a aplicação IA é abordada como uma forma de potencializar o aprendizado dos alunos. O autor discute que ferramentas de IAG, como o ChatGPT, podem ser utilizadas para oferecer suporte personalizado aos estudantes, ajudando-os a entender conceitos mais complexos e a resolver problemas de maneira mais eficaz. Para o autor, a IAG pode atuar como um tutor inteligente, proporcionando explicações detalhadas, exemplos práticos e *feedback* imediato, algo que pode ser especialmente útil em um campo como a Matemática, onde a prática e a compreensão conceitual são fundamentais. Além disso, a IA pode adaptar o conteúdo às necessidades individuais dos alunos, identificando suas dificuldades e ajustando o nível de dificuldade das questões apresentadas. Com isto o autor reforça os benefícios já mencionados nas demais pesquisas citadas aqui, principalmente com relação a aprendizagem personalizada.

Contudo, Marchi (2023) discute que implementação de sistemas de IA na educação enfrenta diversos desafios que precisam ser superados para garantir seu sucesso e eficácia. Um dos principais desafios é a estratégia, que envolve a definição de objetivos institucionais de longo prazo. O texto enfatiza que a boa delimitação de metas é fundamental, pois permite que os gestores acompanhem a evolução do projeto e identifiquem, quando necessário, ajustes a serem feitos. Essa clareza na definição de objetivos é crucial para alinhar a implementação da IA com as necessidades e expectativas de todos os envolvidos no processo educacional. Outro desafio significativo é a maturidade da organização. O texto sugere que a capacidade da instituição de ensino em adotar e integrar tecnologias de IA é um fator determinante para o sucesso da implementação. A maturidade organizacional refere-se à prontidão da instituição para lidar com as mudanças que a IA traz, incluindo a adaptação de currículos e a formação de professores. Sem essa maturidade, a implementação pode ser ineficaz ou até contraproducente.

Para mais, a governança de dados é um aspecto crítico importante a ser considerado. O texto destaca a importância de garantir que os dados utilizados pelas tecnologias de IA sejam geridos e protegidos de forma ética, transparente e auditável. Isso é essencial para construir confiança entre os usuários e evitar abusos ou mal-entendidos sobre o uso da tecnologia. Por fim, a infraestrutura necessária para suportar a implementação da IA é um desafio que não pode ser ignorado. O texto aponta que isso inclui não apenas a

tecnologia em si, mas também os recursos humanos e materiais que são necessários para garantir que as ferramentas de IA funcionem de maneira eficaz nas instituições de ensino. Sem uma infraestrutura adequada, a adoção da IA pode ser limitada e não alcançar seu potencial máximo. Esses desafios estão interconectados e são essenciais para a efetiva integração da IA na educação, exigindo uma abordagem cuidadosa e estratégica para serem superados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das obras realizadas neste trabalho apontam que as ferramentas de IAG podem ser aplicadas de maneira inovadora e eficaz no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, mesmo que de maneira tímida como é atualmente. A pesquisa destaca que a integração da IAG, especialmente através de plataformas como o ChatGPT, proporciona um ambiente de aprendizado mais interativo e adaptativo, permitindo que os alunos explorem conceitos matemáticos de forma prática e contextualizada.

Os resultados indicam que a utilização da IAG no que se refere a aprendizagem personalizada, podem não apenas facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também promover o desenvolvimento de competências essenciais, principalmente por meio de tutores inteligentes que podem oferecer suporte personalizado, *feedback* imediato e adaptação do conteúdo às necessidades dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e autônoma. Essa autonomia não apenas aumenta a motivação, mas também desenvolve habilidades de autoaprendizagem, essenciais para o século XXI. Tendo impactos significativos que vão além da sala de aula.

É importante considerar também os desafios éticos e práticos que acompanham a implementação da IAG no contexto educacional, como as questões relacionadas privacidade dos dados dos alunos, a falta de fontes para as respostas geradas e as respostas erradas chamadas de “alucinações”. Fazendo-se necessário a supervisão humana dos educadores para garantir a veracidade e a qualidade do material gerado. O que torna a reflexão crítica sobre esses aspectos fundamental para maximizar os prováveis benefícios da IAG enquanto se minimizam os riscos associados a mesma.

A pesquisa também enfatiza a importância da formação continuada para os educadores, a fim de que possam utilizar essas tecnologias de forma eficaz em suas práticas pedagógicas. A IAG, portanto, não é apenas uma ferramenta, mas uma aliada poderosa na promoção de um ensino mais eficaz e envolvente, abrindo caminhos para futuras investigações sobre seu uso na educação. Em síntese, IAG tem o potencial de oferecer contribuições significativas para a educação, especialmente no ensino da Matemática, ao torná-lo mais acessível, contemporâneo e relevante para os alunos. Essa abordagem prepara os estudantes para os desafios do futuro, desde que os aspectos éticos e práticos mencionados anteriormente sejam devidamente considerados. Logo, torna-se imprescindível que sua aplicação no ambiente educacional seja realizada com responsabilidade.

É fundamental reconhecer que, mesmo com todos os avanços tecnológicos, o professor mantém um papel central e insubstituível na sala de aula. Seu papel vai além da transmissão de conhecimento, abrangendo a mediação, o incentivo ao pensamento crítico e a construção de relações que favorecem a aprendizagem. Discursos que minimizam essa importância precisam ser constantemente combatidos, pois subestimam o impacto

transformador da atuação docente na formação de indivíduos e na sociedade.

Destaca-se aqui também, a notória necessidade de mais pesquisas sobre o tema em contextos educacionais, principalmente na Educação Matemática. Podendo assim em um futuro próximo, termos pesquisas que apontem e discutam com mais maturidade o sucesso ou não do uso desses sistemas de IAG na educação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Lynn et al. **Inteligencia Artificial e Educação: Refletindo sobre os desafios contemporâneos**. Salvador / Feira de Santana: Edufba / UEFS Editora, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/38646>. Acesso em: 24 set. 2024.
- BALBINO, R. O. **Uma proposta para concepção de interfaces para plataformas educacionais de matemática assistidas por inteligência artificial**. 2023. 206 p. Tese (Educação em Ciências e em Matemática) -Universidade Federal do Paraná, São Paulo, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=14737297. Acesso em: 24 set. 2024.
- BORBA, M. C.; RANGEL, F. L. A. H.; CHIARI, A. S. S. **Tecnologias digitais e a relação entre teoria e prática: uma análise da produção em trinta anos de BOLEMA**. *Boletim de Educação Matemática*, v. 29, n. 53, 2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.
- CARLE, E. **Ask a Techspert: What is generative AI?**. Google The Keyword. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374514834_COMPREENDENDO_A_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_GENERATIVA_NA_PERSPECTIVA_DA_LINGUA. Acesso em: 24 set. 2024.
- GÉRON, A. **Mãos à Obra: Aprendizado de Máquina com Scikit-Learn & TensorFlow. Conceitos, Ferramentas e Técnicas para a construção de Sistemas Inteligentes**. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374514834_COMPREENDENDO_A_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_GENERATIVA_NA_PERSPECTIVA_DA_LINGUA. Acesso em: 24 set. 2024.
- HAENLEIN, M.; KAPLAN, A. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, v. 61, n. 4, p. 5–14, 17 ago. 2019. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0008125619864925>. Acesso em: 24 set. 2024.

- MORAES, R. de S. **ChatGPT como um recurso no processo de ensino e aprendizagem da Matemática**. 2024, 71p. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2024. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=15249888. Acesso em: 24 set. 2024.
- MARCHI, C. F. **O cérebro eletrônico que me dá socorro: os impactos da Inteligência Artificial Generativa e os usos do ChatGPT na Educação**. 2023. 210 p. Tese (Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=14968851. Acesso em: 24 set. 2024.
- MATOS, L. C. da S. **Inteligência artificial & educação online na escola pública: possibilidades e alcances**. 2022. 176 p. Repositório Institucional - Universidade Federal de Uberlândia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/34600>. Acesso em: 24 set. 2024.
- MATTOS, S. G. de. **Em busca de compreensões sobre inteligência artificial e programação intuitiva na educação matemática**. 2022. 169 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=12965288. Acesso em: 24 set. 2024.
- PEREIRA, D. I. da S.; MOURA, S. A. de. **Compreendendo a Inteligência Artificial Generativa na perspectiva da língua**. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374514834_COMPREENDENDO_A_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_GENERATIVA_NA_PERSPECTIVA_DA_LINGUA. Acesso em: 24 set. 2024.
- SANTOS, P. C. K. dos. **IA generativa na educação matemática: explorando o ChatGPT em questões do nível I da Olimpíada de Matemática da UNEMAT**. 2023. 145p. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Cáceres, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=14085430. Acesso em: 24 set. 2024.

- SANTOS, R. P.; SANT'ANA, C. de C.; SANT'ANA, I. P. **O ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática.** *Revemop*, Ouro Preto, v. 5, p. 1-16, e202303, 11 jul. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/revemop/article/view/6837>. Acesso em: 24 set. 2024.
- SANTAELLA, L. Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, v. 10, n. 22, 2003.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo, SP: Cortez, 2007.
- SILVA, A. C. da. **Desafios e possibilidades do uso de inteligência artificial generativa na elaboração e revisão de itens de matemática.** Orientador: Mário Tanaka Filho. 2023. 112p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/1616>. Acesso em: 24 set. 2024.
- SOUSA, C. **Inteligência artificial no ensino de geometria em nível fundamental da educação básica: contribuições e perspectivas.** 2023. 77 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutaí, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3553>. Acesso em: 24 set. 2024.
- THEODORSON, G. A. & THEODORSON, A. G. **A modern dictionary of sociology**. London, Methuen, 1970.
- VASCONCELLOS, V. G. de. Editorial – Inteligência artificial e coautoria de trabalhos científicos: discussões sobre utilização de ChatGPT em pesquisa e redação científicas. **Revista Brasileira de Direito Processual Penal**, [S. l.], v. 9, n. 3, 2023. DOI: 10.22197/rbdpp.v9i3.913. Disponível em: <https://revista.ibraspp.com.br/RBDPP/article/view/913>. Acesso em: 24 set. 2024.
- Xames, M. D., & Shefa, J. (2023). ChatGPT for research and publication: Opportunities and challenges. **Journal of Applied Learning & Teaching**, v.6, n.1, p. 390, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.20>. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4381803. Acesso em: 24 set. 2024.
- ZATTI, E. A. **GenIA: plataforma para construção de objetos de aprendizagem de matemática que faz uso de programação intuitiva e é assistida por Inteligência Artificial.** 2023. 212 p. Tese (Doutorado em Formação Científica,

Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=14732161. Acesso em: 24 set. 2024.