

A Inteligência Artificial como recurso para o ensino de Matemática: comparativo entre ChatGPT e Gemini

Artificial Intelligence as a resource for mathematics teaching: a comparison between ChatGPT and Gemini

Thaiana Martins Marques¹
Claudinei de Camargo Sant'Ana²

Resumo: Esta pesquisa considera a Inteligência Artificial (IA) e a possibilidade de se trabalhar com imagens, sendo norteada pela questão: *de que forma a IA, de modo especial o chat Gemini e GPT, pode auxiliar no ensino de funções?* Objetiva-se analisar as contribuições desses recursos na exploração gráfica de funções, por meio de um comparativo, utilizando metodologicamente a análise qualitativa, a partir de categorias. Percebeu-se que os recursos são limitados no que se refere às imagens, apresentando erros de construção e interpretação gráfica, sendo reconhecida a possibilidade de aprimoramento. No entanto, evidencia-se também a importância de o papel humano do professor de poder avaliar as limitações e possibilidades da utilização da IA em sua prática, valorizando, assim, os saberes experienciais.

Palavras-chave: Gráfico. ChatGPT. Gemini. Atuação Docente.

Abstract: This research considers artificial intelligence and the possibility of working with images and is guided by the question: "How can AI, especially the Gemini and GPT chatbots, assist in teaching functions? The objective is to analyze the contributions of these resources in the graphical exploration of functions, through a comparison, using a qualitative analysis methodology, through categories. It was observed that the resources are limited in terms of images, presenting errors in construction and graphical interpretation, and the possibility of improvement is recognized, but also the importance of the human role of the teacher in being able to assess the limitations and possibilities of using AI in their practice, valuing, thus, the Substantive Knowledge.

Keywords: Graph. ChatGPT. Gemini. Teaching Practice.

1 Introdução

A Inteligência Artificial (IA) apresenta-se atualmente como um campo de explorações e reflexões em diferentes linhas, levando a acreditar que seu impacto será maior do que os avanços anteriores, como os smartphones e a internet antes da IA (Pichai & Hassabis, 2023). Dessa maneira, analisar as influências de lançamentos de recursos como este torna-se uma nova tarefa para os professores, visto que, a depender do contexto em que estão inseridos, esses meios podem ser mais acessíveis aos estudantes, que também são movidos pela curiosidade. Isso remete à importância da atualização docente, sendo muitas vezes considerada como um desafio, sobretudo no que se refere ao processo de interação com as novidades digitais que se propagam no ambiente educacional de modo a obter suas contribuições (Santos, Sant'Ana & Sant'Ana, 2023).

Refletir sobre a atualidade e as possíveis implicações na profissão docente é considerar o aspecto da temporalidade na constituição do saber profissional, que não se restringe ao olhar para as histórias de vida e escolar. A carreira como um processo temporal traz em si os aspectos

¹ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais • Araçuaí, MG — Brasil • ✉ thaianamartinsmarques@gmail.com • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3294-5098>

² Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia • Vitória da Conquista, BA — Brasil • ✉ claudineicsantana@uesb.edu.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1429-4559>

da interação, socialização, rupturas e mudanças em diferentes contextos (Tardif, 2014). Nesse sentido, destaca-se o saber experiencial docente.

De modo a contribuir para superar e/ou amenizar desafios, como anteriormente citado, investigações e ações podem ser exploradas no ambiente educacional, compreendendo os seus diferentes níveis. Iniciativas de pesquisas nesta linha têm sido desenvolvidas pelo Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), que se aplica em investigações sobre a IA, em andamento e concluídas, em diferentes perspectivas. A título de exemplo, no planejamento de aulas e na elaboração de materiais, como desenvolvidos por Santos, Sant’Ana e Sant’Ana (2023) e Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana (2023).

Destaca-se que o contexto da Matemática é abrangente e tem como uma de suas características contemplar diferentes representações. Justamente por isso, sob um olhar particular, considerava-se anteriormente que a IA, de modo específico o ChatGPT, era limitada, pois não abrangia a representação gráfica em seu modelo. No entanto, com o lançamento da nova versão em maio de 2024, o GPT-4³ passa a aceitar a inserção de imagens, assim como apresentá-las no corpo de suas respostas. Ademais, é possível, atualmente, acessar uma nova IA, também no formato de chat, chamada Gemini⁴, atualizada e renomeada, em fevereiro de 2024, pertencente ao Google. Desde o seu projeto inicial, diferentemente do ChatGPT, ela trabalha com imagens, permitindo a inserção nas conversas, assim como apresentando-as em suas respostas, com acesso gratuito.

Ao considerar a possibilidade de acesso a esses recursos no ambiente educacional e a ação do professor diante dessa situação, propõe-se a seguinte pergunta de investigação: *de que forma a IA, de modo especial o chat Gemini e GPT, pode auxiliar no ensino de funções?* Com o intuito de encontrar subsídios para essa questão, estabeleceu-se como objetivo geral analisar as contribuições que os recursos mencionados trazem para a exploração gráfica de funções, por meio de um comparativo entre eles. Para tanto, como orientação do processo investigativo de buscar elementos para responder à indagação de pesquisa, utiliza-se metodologicamente a abordagem qualitativa, mediante o seu aspecto interpretativo (Gil, 2002).

2 O ensino de Matemática no contexto da Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial tem evoluído no conteúdo e na metodologia, de modo que envolve os processos de pensamento, raciocínio e comportamento, assemelhando-se ao desempenho humano, com inteligência baseada na racionalidade, na capacidade de agir corretamente a partir dos dados que possui (Gomes, 2010). Assim, a IA se ajusta e aprende com o ambiente, tomando decisões baseadas em seu banco de dados, com o propósito de alcançar o sucesso (Parreira, Lehmann & Oliveira, 2021; Deng & Lin, 2022).

A IA pode ser classificada como restrita ou geral. É considerada restrita quando é limitada a tarefas específicas, como o Siri da Apple⁵ e o Google Search⁶, que podem ser acessados pelo computador e/ou smartphone, bem como os atendentes virtuais. Por outro lado, a IA é classificada como geral quando o sistema “tem um processador adequadamente programado. [...] É um sistema com capacidade de aplicar inteligência a qualquer problema e não só a uma tarefa ou problema específico” (Parreira, Lehmann & Oliveira, 2021, p. 980), como é o caso do ChatGPT e do Gemini.

³ <https://chatgpt.com>

⁴ <https://gemini.google.com>

⁵ <https://www.apple.com/br/siri/>

⁶ <https://www.google.com.br/?hl=pt-BR>

O ChatGPT é uma das IAs mais discutidas atualmente, utiliza o processamento de linguagem natural e “foi projetado para gerar conversas semelhantes às humanas, compreendendo o contexto de uma conversa e gerando respostas apropriadas” (Deng, Lin, 2022, p. 81). Com funcionamento semelhante ao Gemini, do grupo Google, surgiu em 2023, de modo que “esse modelo foi construído desde a sua concepção para ser multimodal, o que significa que pode compreender, operar e combinar diferentes tipos de informações, incluindo texto, imagem, áudio e vídeo” (Pichai & Hassabis, 2023, s.p.). O diferencial do Gemini está na sua capacidade de trabalhar com imagens, algo que o ChatGPT ainda não fazia, até a sua última atualização com o ChatGPT-4o, o qual “é um passo em direção a uma interação humano-computador muito mais natural—aceita como entrada qualquer combinação de texto, áudio, imagem e vídeo e gera qualquer combinação de texto, áudio e imagem saídas” (OpenAi, 2024, s.p.)⁷.

Tem-se, assim, dois recursos promissores e acessíveis no que tange à utilização de IA, que podem ser utilizados como auxiliares na prática docente, como já foi verificado em algumas pesquisas, sobretudo, considerando o ChatGPT (Santos, Sant’Ana & Sant’Ana, 2023; Sant’Ana, Sant’Ana & Sant’Ana, 2023).

No âmbito da Educação Matemática, a utilização de tecnologias já se mostra como uma tendência (Fiorentini & Lorenzato, 2012), que provavelmente se manterá assim por muito tempo, uma vez que a evolução da tecnologia é constante. Discussões sobre a tecnologia no ensino de Matemática são marcadas pelas utilizações práticas e por reflexões sobre a atuação dos professores, entre outros aspectos. No contexto do Grupo de Estudos em Educação Matemática, algumas pesquisas retratam essa realidade ao abordar o uso de redes sociais, as ferramentas do Google e a utilização de diferentes *softwares* (Almeida & Sant’Ana, 2012, 2013; Barreto, Sant’Ana & Sant’Ana, 2020; Cruz, Ribeiro, Sant’Ana & Sant’Ana, 2014; Ribeiro, Sant’Ana & Sant’Ana, 2015, 2018, 2021; Sant’Ana, Amaral & Borba, 2012; Santos & Sant’Ana, 2019), assim como a aliança entre as tecnologias digitais e as metodologias ativas (Castro Júnior, Sant’Ana & Sant’Ana, 2023; Marques, Sant’Ana & Sant’Ana, 2022).

Ao se falar em *software*, o GeoGebra é um marco na trajetória das tecnologias na Educação Matemática, com destaque para as suas diferentes abordagens, incluindo representações gráficas em diversas dimensões, assim como o recurso da realidade ampliada. Considera-se que a dinâmica do GeoGebra “vem ao encontro do interesse do aluno, enquanto sujeito ativo, pois oferece a análise de conceitos matemáticos e geométricos mediante a visualização e a interatividade, além de aumentar o interesse pela aprendizagem” (Almeida & Nascimento, 2021, p. 34).

Interatividade, otimização, precisão, rapidez, diferentes representações são pontos que vão ao encontro das características das IAs, despertando o interesse em refletir sobre as trajetórias que estas podem ter no campo do ensino e da aprendizagem de Matemática. Muitos professores aprendem sobre esses recursos na prática, pois a formação inicial, muitas vezes, não abrange toda a amplitude. Assim, o saber dos professores é construído por meio de suas buscas, tentativas e experiências.

3 Aspectos metodológicos

Para esta investigação, considerando a busca por analisar as contribuições do ChatGPT e do Gemini de forma comparativa no ensino de Matemática, destacou-se o conteúdo de Funções. Trata-se de um objeto de estudo presente em diferentes currículos, da Educação Básica

⁷ <https://openai.com/index/hello-gpt-4o/>

à Educação de Nível Superior, explorando suas diferentes representações, assim como suas possibilidades para modelagens de problemas que podem ser utilizados em sala de aula, a partir da adequação ao cotidiano escolar (Santos, Dynnikov, Sant’Ana, Fernandes & Sant’Ana, 2016). A título de exemplo, documentos orientadores, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), relacionam o conteúdo de Funções com habilidades que envolvem: representações; integrações com outros assuntos da disciplina e áreas diferentes; uso de tecnologias; entre outras (Brasil, 2018).

A partir da natureza descritiva e interpretativa da pesquisa qualitativa (Gil, 2002), foram estabelecidas categorias para a análise dos resultados obtidos nos chats do Gemini e do ChatGPT, acessados na versão gratuita. O início da abordagem ocorreu a partir da questão: *como traçar o gráfico da função $f(x)=3x+2$* ? As categorias estabelecidas para a análise constam no Quadro 1:

Quadro 1: Diretrizes para a realização de análises

1. Resposta correta	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
2. Nível de detalhamento da metodologia para a resposta	<input type="checkbox"/> Baixo <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Alto
3. Utilização de diferentes formas de resolução	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3. Clareza nas respostas	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta
4. Uso adequado da linguagem matemática	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
5. Apresentação de contextualizações/conexões	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Após obter esses resultados, realizou-se uma análise a partir dos dois chats e da inserção de um gráfico externo, criado no GeoGebra.

4 Constatações realizadas

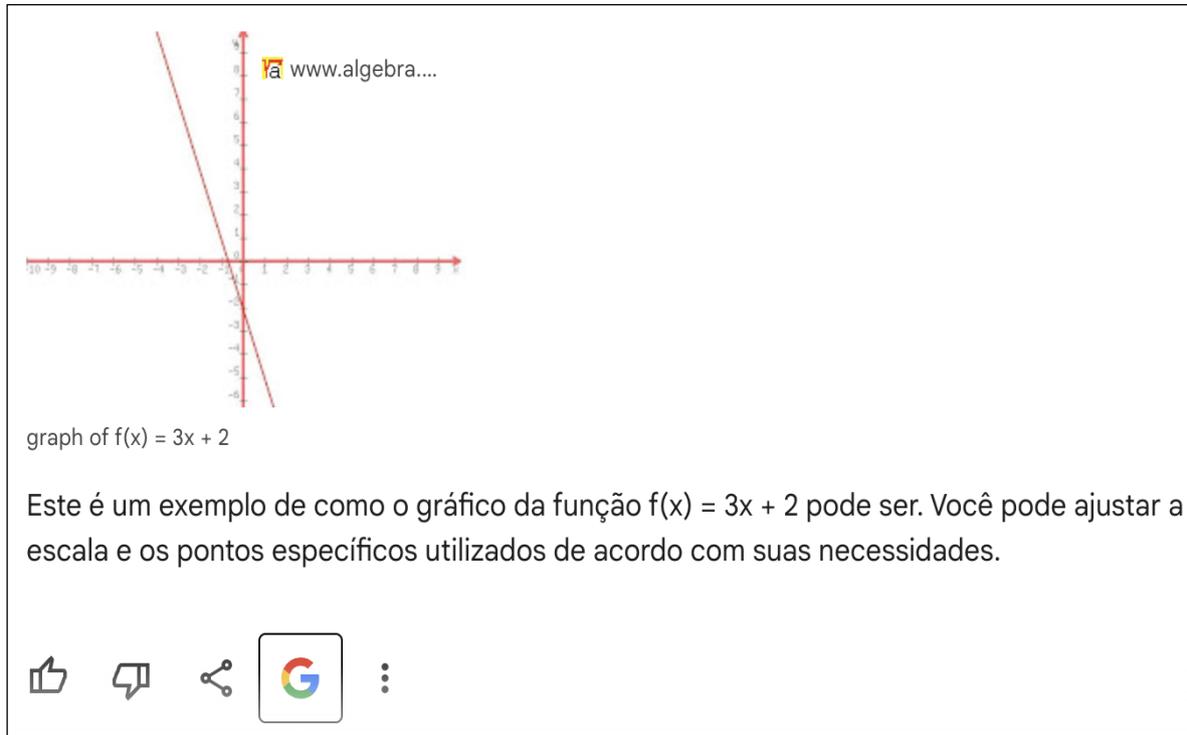
Ambas as IAs foram rápidas na resposta ao comando dado e abordaram pontos que habitualmente são utilizados na prática docente. O Gemini apresentou os seguintes passos: identificação da inclinação da reta e a intersecção com o eixo y, a partir dos coeficientes; determinação de outros pontos pertencentes ao gráfico mediante aos valores atribuídos para x; caracterização de que o gráfico da função é uma reta e informações sobre o comportamento da função no plano; destaque para a possibilidade de utilizar outras ferramentas, online ou *softwares*, para auxiliar nas construções gráficas; e, por fim, traz a representação gráfica. Já o ChatGPT apresentou: identificação da forma da função linear, analisando os coeficientes e o que representam para a reta; determinação do valor inicial e do zero da função, bem como a descrição quanto aos pontos que interceptam a reta no eixo das ordenadas e abscissas; orientação referente à escolha de mais um ponto para garantir a precisão.

Nesse sentido, observam-se algumas diferenças, haja vista que o Gemini não trabalhou com o zero da função, como fez o ChatGPT. No entanto, focou em outros pontos adicionais, como a translação do gráfico, e mostrou o gráfico ao final. Já o ChatGPT não apresentou o gráfico, sendo solicitado posteriormente.

No entanto, a resposta fornecida pelo Gemini pode ser considerada parcialmente correta, pois o gráfico contém erros, mesmo após um alto nível de detalhamento das metodologias utilizadas para a sua construção, das diferentes formas de abordagem, assim como da possibilidade de conexões com outros recursos. A seguir, na Figura 1, é possível observar o

gráfico:

Figura 1: Gráfico apresentado pelo Gemini



Fonte: Gemini Mai 2024 (2024)

Como mencionado anteriormente, o gráfico não corresponde à função trabalhada, visto que o Gemini articula-se a outras ferramentas do Google e apresenta as imagens a partir delas. O ChatGPT, por sua vez, respondeu corretamente à questão, mesmo sem fornecer a representação gráfica. O nível de detalhamento da metodologia foi considerado alto, com cálculo precisos, porém o ChatGPT não explorou outras formas nem expressou possibilidades de conexões/contextualizações.

Tanto o ChatGPT como o Gemini manifestaram clareza nas respostas e no uso adequado da linguagem matemática, sendo que houve uma melhor apresentação das frações no ChatGPT. A partir da resposta inicial, algumas outras perguntas foram feitas, de modo a compreender o trabalho gráfico das IAs. Ao solicitar, no ChatGPT, a representação gráfica para a função em questão, obteve-se a seguinte resposta (Figura 2):

Figura 2: Gráfico da função por meio do ChatGPT

texto simples
📄 Copiar código

3. Descrição do gráfico :

- A reta passa pelo ponto $(0, 2)$ sem eixo sim , pelo ponto $(-\frac{2}{3}, 0)$ sem eixo x , e pelo ponto $(1, 5)$ que servem como ponto de verificação.
- A orientação da reta é positiva, pois o coeficiente angular $e u = 3$ é positivo, diminuir que a reta sobe para a direita.

Fonte: ChatGPT Mai 2024 GPT-4 (2024)

Observa-se que o gráfico é confuso e incompreensível, conforme função fornecida e informações descritas pelo próprio ChatGPT. Considera-se, ainda, que faz uso de uma linguagem de programação diferente do Gemini, que utiliza seu sistema de busca para gerar a imagem.

Algumas outras verificações foram realizadas, solicitando aos Chats que verificassem se o gráfico apresentado para a função estava correto. O Gemini analisou como *correto* e o ChatGPT, em uma tentativa, encontrou o erro, enquanto em outra, considerou como *correto*. Isso evidencia uma inconsistência e reforça a ideia de que “os modelos atuais de IA ainda podem apresentar informações incorretas e descontextualizada e um leigo pode não observar os momentos em que isso acontece, o que é chamado de *ChatGPT Hallucinations*” (Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana, 2023, p. 83, grifo dos autores).

Ao inserir uma imagem do gráfico correspondente à função $(x)= 3x+ 2$, construído no GeoGebra, e solicitar a lei de função, nenhum dos recursos determinou corretamente. O Gemini forneceu como resposta: $y=\sqrt{x}$ (Figura 3), e o ChatGPT: $y = x+1$ (Figura 4). Torna-se interessante verificar as informações, a fim de constatar os erros apresentados.

O Gemini fornece por resposta uma função irracional (ou função raiz), cuja lei de função e gráfico são completamente diferentes de uma função afim. Além de apresentar uma resposta confusa para o que ele julga como crescente e atribuir um ponto de inflexão para uma função que não possui. Até mesmo a forma textual de iniciar a resposta apresenta erro ao mencionar o *gráfico abaixo*, sendo que se refere a um gráfico inserido anteriormente, no contexto da questão.

Figura 3: Parte da resposta do Gemini

◆ O gráfico abaixo representa uma função crescente, que se aproxima da vertical à medida que x se aproxima de infinito. Essa função também tem um ponto de inflexão, que ocorre no ponto $(0, 0)$.

Uma função que atende a essas condições é a função raiz quadrada, que é definida por $f(x) = \sqrt{x}$.

Fonte: Gemini Jan 2024 (2024)

O ChatGPT fornece por resposta dentro do padrão da função afim, mas de forma errada. A função $y=3x+2$, apresenta, por valor inicial, o 2, $f(0)=2$, e na resposta é dado que o valor inicial é 1, correspondente ao b . A partir disso, consideraram dois pontos que não pertencem a função dada, para encontrar o coeficiente a .

Figura 4: Parte da resposta do ChatGPT

1. **Interseção com o eixo y :**

- Observando o gráfico, vemos que a linha cruza o eixo y em $y = 1$.

2. **Inclinação da reta:**

- Para encontrar a inclinação, podemos usar dois pontos da reta. Pela observação do gráfico, podemos identificar os pontos:
 - Ponto $A(0, 1)$
 - Ponto $B(1, 2)$

A inclinação m é calculada como:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Fonte: ChatGPT Jun. 2024 GPT-4 (2024)

Diante do exposto, ressalta-se a limitação das ferramentas no tratamento de representações gráficas matemáticas, com erros ressaltantes em questões simples, o que leva a refletir o que Gomes (2010) trouxe anteriormente, “a IA ainda é tabu dependendo do assunto abordado, ainda não se sabe se o homem vai ser capaz de criar a real inteligência artificial, ou ao menos desvendar os princípios do cérebro humano que é a base sua criação”(Gomes, 2010, 244).

Essa reflexão ainda é condizente com a atualidade, mesmo com os avanços em IA, como são os Chats. Pichai e Hassabis (2023) expõem um quadro comparativo em que é evidenciada uma superioridade no desempenho, tratando-se da Matemática, do Gemini em relação ao ChatGPT, com os índices superiores a 90% no desempenho da Matemática Básica (94,4% Gemini, 92% ChatGPT), e pouco superior a 50% em problemas de Matemática desafiadores (53,2% Gemini, 52,9% ChatGPT), considerando o que foi obtido na comparação prática, existe um grande caminho ainda. O cuidado na revisão do obtido por meio das IAs em questão, é muito importante, ressaltando a qualidade humana no trabalho docente (Santos, Sant’Ana e Sant’Ana, 2023; Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana, 2023).

Ao vislumbrar o trabalho docente mediante aos avanços tecnológicos, é destacado que

a prática habitual e educacionalmente competente dessas tecnologias é uma forma de o professor responder ao requerido pelos processos atuais de aprendizagem; e pode ser um primeiro passo na sua preparação para enfrentar o impacto dos sistemas de Inteligência Artificial nas atividades educativas (Parreira, Lehmann & Oliveira, 2021, p. 979).

Vale ressaltar que essa mudança na sociedade e resposta do professor a exigências impostas, envolve diferentes questões, como as necessidades de formações, não apenas treinamentos, incentivos para carreira, promoção de ações colaborativas, disponibilidade de tempo para aprendizagem. O que se quer dizer é que não é algo isolado, conforme Vicari (2021, p. 82) traz: “se mudanças na educação são necessárias, a forma de se avaliar a educação também precisa mudar.”

Considera-se aqui que enfrentar o impacto da IA na educação passa por um caminho de tentar incorporá-la de forma crítica e consciente, para verificar suas possibilidades, sabendo que o professor é quem habita e constrói “seu próprio espaço pedagógico de trabalho de acordo com a limitações complexas que só ele pode assumir e resolver de maneira cotidiana apoiado necessariamente em uma visão de mundo de homem e de sociedade” (Tardif, 2014, p. 149).

Não será possível obter respostas quanto à IA no ambiente educacional de forma rápida e padronizada, a evolução das ferramentas não podem ser diretamente comparáveis com as de outros processos educacionais. Basta tomar por exemplo uma situação simples, no último Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (VIII SIPEM), em 2021, nos trabalhos apresentados, figura-se *Inteligência Artificial* somente na referência bibliográfica de um trabalho, cuja citação no corpo do texto não diz respeito a essa temática e sim a uma simulação de prática docente, ao refletir sobre realidade mista (Taschetto, Santos & Henning, 2021).

Diante toda a situação entre IA e trabalho docente, a concepção dos saberes experienciais se destacam, sendo o “conjunto de saberes atualizados, adquiridos e necessários no âmbito da prática docente e que não provêm das instituições de formação nem dos currículos” (Tardif, 2014 p. 48-49). Os docentes que utilizarem a IA, principalmente os que estão em serviço a mais tempo e sem muitas possibilidades de formação continuada, poderão atualizar em alguns aspectos seus saberes, podendo validar ou não formas de utilizar da IA em sua prática.

5 Considerações

Os avanços da Inteligência Artificial são perceptíveis e ganham cada vez mais espaços em diferentes ambientes, assim como no âmbito da educação, tornando-se um possível recurso como visto junto a Vicari (2021); Parreira, Lehmann e Oliveira (2021); Santos, Sant’Ana e Sant’Ana, 2023 e Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana (2023). Considerando a área da Matemática e as suas possibilidades de representações, neste trabalho, ao objetivar a análise das contribuições que os recursos, ChatGPT e Gemini, trazem para a exploração gráfica de funções, por meio de um comparativo entre eles, evidenciou-se que, embora abordem inicialmente a teoria de modo compatível com o conteúdo, quando se refere ao gráfico, são apresentados erros. E no caminho inverso, ao iniciar com um gráfico, percebe-se abordagens teóricas equivocadas, erradas. Embora o uso de imagens seja um diferencial atualmente para o ensino da Matemática não está adequado.

Diante disso, reforça-se o papel do docente de Matemática, em qualquer nível que seja, para analisar as funcionalidades, assim como utilizar dos resultados obtidos para refletir com os alunos. O erro da ferramenta, que pode levar ao erro do aluno, caso ele utilize as IAs para

resolver questões matemáticas, pode se tornar também uma forma de aprendizagem matemática, compreendendo ainda reflexões sobre os avanços da sociedade e suas limitações e a importância do pensamento humano, pois diante as informações obtidas por diferentes recursos tecnológicos, deve-se sobressair o poder de análise e compreensão humana em relação aos dados obtidos.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) pelas contribuições a minha formação e desenvolvimento acadêmico e profissional.

Referências

- Almeida, A. P. S., & Sant'Ana, C. C. (2012). Google Docs: Construção de um diário reflexivo na disciplina de Estágio Supervisionado no curso de Matemática. *Leitura: Teoria & Prática*, 58, 51-60.
- Almeida, A. P. S., Sant'Ana, C. C., & Sant'Ana, I. P. (2013). Google Docs como recurso pedagógico nas aulas de estágio supervisionado no curso de Matemática. *Perspectivas da Educação Matemática*, 6, 13-33.
- Almeida, I. T., & Nascimento, D. L. (2021). Atividades com o Tangram no ensino remoto: Uma abordagem envolvendo o Desenho Universal para a aprendizagem. *Revista Professor de Matemática Online*, 9(1), 11-30.
- Barreto, A. F., Sant'Ana, I. P., & Sant'Ana, C. C. (2020). A gamificação no processo de ensino e aprendizagem da matemática por meio da Webquest e do Scratch. *Revista de Iniciação à Docência*, 4, 44-59.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília, DF.
- Castro Junior, N. S., Sant'Ana, C. C., & Sant'Ana, I. P. (2023). Sala de aula invertida no ensino de matemática da educação básica: Um estudo das produções científicas. *Revista Cocar (Online)*, 19, 1-21.
- Cruz, A. F., Ribeiro, E. S., Sant'Ana, I. P., & Sant'Ana, C. C. (2014). Rede social: Potencialidades do Facebook para a educação presencial da licenciatura em Pedagogia. *Educa - Revista Multidisciplinar em Educação*, 1, 39-55.
- Deng, J., & Lin, Y. (2022). Os benefícios e desafios do ChatGPT: Uma visão geral. *Fronteiras em Computação e Sistemas Inteligentes*, 2(2), 81-83.
- Florentini, D., & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em educação matemática: Percursos teóricos e metodológicos* (3. ed.). Campinas, SP: Autores Associados.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4. ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Gomes, D. S. (2010). Inteligência artificial: Conceitos e aplicações. *Revista Olhar Científico*, 1(2), 234-246.
- Marques, T. M., Sant'Ana, C. C., & Sant'Ana, I. P. (2022). Sala de aula invertida no ensino de função afim: Uma experiência docente. *Com a Palavra, o Professor*, 7, 195-210.

- Parreira, A., Lehmann, L., & Oliveira, M. (2021). O desafio das tecnologias de Inteligência Artificial na educação: Percepção e avaliação dos professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(113), 975–999.
- Pichai, S., & Hassabis, D. (2023). Apresentando o Gemini: Nosso maior e mais hábil modelo de IA. Google Blog. Disponível em <https://blog.google/intl/pt-br/novidades/tecnologia/apresentando-o-gemini-nosso-maior-e-mais-habil-modelo-de-ia/#mensagem-sundar>. Acesso em: 12 maio 2024.
- Ribeiro, E. S., Sant’Ana, C. C., Sant’Ana, I. P., & Pacheco, A. G. D. (2015). Facebook, Google Drive e a matemática: Uma rede interativa e reflexiva no ensino superior. *Revista Binacional Brasil Argentina: Diálogo entre as Ciências*, 4, 53-75.
- Sant’Ana, C. C., Amaral, R. B., & Borba, M. C. (2012). O uso de softwares na prática profissional do professor de matemática. *Ciência e Educação*, 3, 527-542.
- Sant’Ana, F. P., Sant’Ana, I. P., & Sant’Ana, C. C. (2023). Uma utilização do ChatGPT no ensino. *Com a Palavra, o Professor*, 8(20), 74–86.
- Sant’Ana, I. P., & Sant’Ana, C. C. (2023). GEEM - Grupo de Estudos em Educação Matemática. *Com a Palavra, o Professor*, 8(20), 116–134.
- Santos, M. B. Q. C. P., Dynnikov, C. M. S. S., Sant’Ana, C. C., Fernandes, E. P., & Sant’Ana, I. P. (2016). A resolução de problemas matemáticos nas revistas de ensino e legislação: Alagoas, Bahia e Rio Grande do Sul, 1920-1960. In: N. B. Pinto & W. R. Valente (Org.). *Saberes matemáticos em circulação no Brasil: Dos documentos oficiais às revistas pedagógicas, 1890-1970* (Vol. 1, pp. 145-186). São Paulo, SP: Editora Livraria da Física.
- Santos, R. P., Sant’Ana, C. C., & Sant’Ana, I. P. (2023). O ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática. *Revemop*, 5, e202303.
- Santos, Z., & Sant’Ana, C. C. (2019). Integração do Google Drive e WhatsApp como ambiente de aprendizagem em uma disciplina no ensino superior. *Revista de Ciência da Computação*, 1, 1-10.
- Tardif, M. (2014). *Saberes docentes e formação profissional* (17. ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Taschetta, M. P., Santos, L. M., & Henning, E. (2021). Potencialidades da realidade mista para simulação de práticas docentes: Um caso no curso de licenciatura em matemática. In: *Anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. Uberlândia, MG.
- Vicari, R. M. (2021). Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. *Estudos Avançados*, 35(101), 73-84.