

# O uso da Inteligência Artificial no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões sobre erros e posicionamento crítico

Luiz Otavio Rodrigues Mendes 

Emilly Gonzalez Jolandek 

João Alessandro da Luz 

Ana Lúcia Pereira 

---

## Resumo

A utilização da Inteligência Artificial nos ambientes de ensino, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, tem se intensificado. Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo evidenciar as fragilidades apresentadas por estudantes ao utilizarem o ChatGPT como ferramenta de apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado para a resolução de problemas de Limites. A questão central que buscamos responder foi: Estudantes que utilizam o ChatGPT como apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado conseguem aplicar corretamente o método ao resolver problemas de Limites? Adotamos uma metodologia qualitativa para investigar a interação dos alunos com a IA, analisando as respostas de seis grupos de estudantes de economia. Nossos resultados indicam que quatro dos seis grupos não adotaram uma abordagem crítica em relação às respostas da IA. Apenas os grupos G1 e G4 demonstraram questionamentos sobre as informações apresentadas, evidenciando um pensamento crítico. Em contrapartida, os grupos G2, G3, G5 e G6 aceitaram as respostas sem verificar sua precisão, resultando em confusões e erros significativos. O caso do grupo G6 exemplifica essa falta de criticidade, pois, apesar de aplicarem corretamente o método, confiaram em uma simplificação errada proposta pela IA. Isso evidencia a vulnerabilidade dos estudantes em depender exclusivamente da IA, comprometendo seu aprendizado e compreensão matemática. Concluimos que a eficácia na utilização da IA requer uma formação crítica, permitindo que os alunos verifiquem a precisão das informações. Para pesquisas futuras sobre a IA na educação matemática, é crucial considerar os limites da IA e promover o pensamento crítico entre os estudantes.

**Palavras-chave:** Resolução de Problemas. Cálculo Diferencial e Integral. Ciências Econômicas.

## **The use of Artificial Intelligence in teaching Differential and Integral Calculus: reflections on errors and critical positioning**

**Luiz Otavio Rodrigues Mendes**

**Emilly Gonzalez Jolandeck**

**João Alessandro da Luz**

**Ana Lúcia Pereira**

---

### ***Abstract***

The use of Artificial Intelligence in educational environments, both in Basic Education and Higher Education, has been intensifying. In this context, this article aims to highlight the weaknesses presented by students when using ChatGPT as a support tool in learning the multiplication method by conjugate to solve Limit problems. The central question we sought to answer was: Can students who use ChatGPT to support learning the multiplication method by conjugate correctly apply the method when solving Limit problems? We adopted a qualitative methodology to investigate the interaction of students with AI, analyzing the responses of six groups of economics students. Our results indicate that four of the six groups did not adopt a critical approach in relation to the AI's responses. Only groups G1 and G4 demonstrated questioning about the information presented, evidencing critical thinking. In contrast, groups G2, G3, G5 and G6 accepted the answers without checking their accuracy, resulting in confusion and significant errors. The case of group G6 exemplifies this lack of criticality, because, despite applying the method correctly, they relied on an erroneous simplification proposed by AI. This highlights the vulnerability of students in relying exclusively on AI, compromising their mathematical learning and understanding. We conclude that effective use of AI requires critical training, allowing students to verify the accuracy of the information. For future research on AI in mathematics education, it is crucial to consider the limits of AI and promote critical thinking among students.

**Keywords:** Problem solving. Differential and Integral Calculus. Economic Sciences.

## Introdução

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral – CDI constitui-se de importantes conteúdos relacionados à aprendizagem de limites, derivadas e integrais, estando presente em diversos cursos do Ensino Superior, tais como: Matemática, Física, Química, Engenharias, Agronomia, Economia, entre outros. Contudo, por exigir conhecimentos que envolvem uma matemática mais avançada, essa disciplina acaba fazendo com que os alunos encontrem alguma dificuldade no seu aprendizado.

Pagani e Allevato (2014) fizeram uma revisão bibliográfica sobre as pesquisas que abordam CDI, e evidenciaram a importância e a necessidade de se realizar mais pesquisas com este foco, dado que há um alto número de reprovação de acadêmicos nesta disciplina, nos diferentes campos científicos. Corroborar essa visão a pesquisa de Alvarenga, Dorr e Vieira (2017) que analisou os níveis de aprovação/reprovação dos estudantes em CDI em três instituições de ensino do Centro-Oeste brasileiro. Segundo os autores, nas universidades pesquisadas, o número de estudantes que reprovaram ou cancelaram o curso de CDI, supera 50%.

À vista disso, pesquisadores, principalmente da área de Educação Matemática, têm se sensibilizado a desenvolver pesquisas que visem mudar essa realidade (Fornari *et al.*, 2017; Trevisan; Mendes, 2018). Dentre os resultados destas investigações, destaca-se a utilização das tecnologias digitais como ferramenta auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem de CDI, visando facilitar a visualização, o entendimento dos conceitos e a dinamização das aulas (Richt; Richt; Farias, 2015).

Atualmente, na utilização das tecnologias digitais, tem-se destacado o uso da Inteligência Artificial – IA, a qual tem apresentado grande potencial como um suporte tanto para professores quanto para estudantes. Destacam-se neste contexto o ChatGPT, Gemini, Bard, Bing, Characterai, entre outras. Para Oliveira e Silva (2023, p. 19), a IA “oportuniza atividades inovadoras, como assistentes virtuais inteligentes, análise de dados para melhorar o ensino e ambientes adaptativos de aprendizado”.

Com ênfase, a pesquisa de McGee (2023), revelou que 89% dos estudantes universitários americanos utilizam o ChatGPT para concluir tarefas de casa, além de 48% que utilizam durante os exames nas universidades. Isso não tem sido diferente nos outros lugares do mundo, supomos que se também se aplique ao contexto brasileiro. Contudo, o uso desenfreado e não responsável, tem causado um certo temor e desassossego em muitos professores, uma vez que os seus estudantes não analisam, não questionam e não refletem sobre os resultados apresentados pela IA fazendo uso de forma ingênua, levando-os a considerar as respostas geradas pela IA “sempre verdadeiras” (Abdullah; Madain; Jararweh, 2022).

No caso da Matemática, apesar do apoio para esclarecer conceitos, auxiliar em exemplos, corrigir respostas, a IA, no estágio em que estamos em 2024, com o ChatGPT 4.0 ainda apresenta muitos erros na resolução de problemas e, em específico, em Cálculo Diferencial e Integral (Frieder *et al.*, 2024). Neste sentido, a questão norteadora desta pesquisa consiste em analisar: *Estudantes que utilizam o ChatGPT como apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado para resolver problemas de Limites, conseguem aplicar corretamente o método e identificar possíveis erros gerados pela IA?*

Assim, esta pesquisa, constituída como um trabalho empírico, tem por objetivo evidenciar as fragilidades apresentadas pelos estudantes ao utilizarem o ChatGPT como ferramenta de apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado para a resolução de problemas de Limites. Participaram da pesquisa 23 acadêmicos do curso de Ciências Econômicas de uma universidade pública do Estado do Paraná.

Nesse artigo, após esta introdução, traçamos um olhar teórico sobre a IA e o pensamento crítico. Na sequência do texto, apresentamos o conteúdo abordado em sala de aula, na disciplina de CDI, explicando seu processo de resolução. Posteriormente, descrevemos como foi o processo de ensino, e, por fim, tecemos nossas reflexões sobre o processo e apresentamos as considerações finais da pesquisa.

### **Inteligência Artificial e o Posicionamento Crítico**

A IA tem permeado os ambientes educacionais, promovendo pontos positivos, mas também muitos pontos negativos que precisam de atenção (McGee, 2023). Em uma visão mais positiva sobre a IA, Rusandi *et al.*, (2023) destacam que:

[...] a colaboração entre IA e humanos em aprendizado e pesquisa beneficiará significativamente indivíduos e a sociedade, fornecendo habilidades de pensamento crítico e integridade acadêmica continuam sendo as principais prioridades. Ao aproveitar de forma sábia e ética as tecnologias de IA, como ChatGPT, podemos construir pontes entre IA e educação, permitindo que alunos, pesquisadores e educadores enfrentem os desafios desta era digital em constante evolução (Rusandi *et al.*, 2023, p. 603, tradução nossa).

Nesse sentido, o autor destaca as potencialidades, mas reforça a importância de um pensamento crítico sobre suas aplicações na Educação Básica e no Ensino Superior. Sobre essa utilização, Walter (2024) reforça a necessidade de educar os alunos e professores sobre os limites e as capacidades dessas tecnologias, enfatizando que, mesmo em disciplinas como a Matemática, onde a IA pode ser utilizada para resolver cálculos complexos, erros e desalinhamentos ainda são frequentes e podem induzir a interpretações incorretas. Desta maneira, destaca alguns pontos que devem ser observados:

1. O uso da IA deve ser justo, de modo que nenhum aluno tenha uma vantagem ou desvantagem injusta.
2. Deve ficar claro como são as expectativas da escola para que os alunos saibam exatamente o que podem e o que não podem fazer.

3. Muitos sentem que não sabem o suficiente sobre os potenciais e limitações desses sistemas, então alguns têm medo de usá-los incorretamente.
4. Os problemas de alucinações e desalinhamento da IA ainda não são amplamente conhecidos: muitos alunos ainda ficam surpresos ao saber que a IA pode inventar coisas que podem não ser verdadeiras, embora pareçam altamente convincentes.
5. Alguns dos alunos que têm uma compreensão clara dos problemas alucinatórios da IA ainda se sentem mal equipados para lidar com eles (Walter, 2024, p. 17, tradução nossa).

No caso da Matemática, uma das principais preocupações, com base no estudo de Walter (2024), é a ocorrência de erros e desalinhamentos que a IA pode gerar ao realizar cálculos mais complexos. Barana, Marchisio e Roman (2023, p. 377) que fizeram uma pesquisa sobre a utilização da resolução de problemas auxiliado pelo ChatGPT, revelam que “o pensamento crítico continua sendo essencial na resolução de problemas matemáticos, mesmo que isso seja realizado com o auxílio da IA”. Dessa forma, a utilização do ChatGPT, por exemplo, pode servir como um auxílio aos estudantes bem como aos professores, principalmente na verificação de resoluções. No entanto, como apontaram Barana, Marchisio e Roman (2023), é necessário esse pensamento crítico contra as imprecisões geradas pela IA. Cabe ressaltar que o ChatGPT por exemplo, não é uma Inteligência Artificial voltada para cálculos complexos como o Wolfram Alpha. Nesse sentido, nossa crítica vai no sentido de apontar que seu uso deve ser consciente dessas limitações e não de aviltar a IA.

Nesse contexto, o posicionamento crítico permite que estudantes e educadores avaliem a qualidade e a confiabilidade das respostas geradas pela IA identificando possíveis limitações ou vieses. Na Matemática a precisão é um aspecto especialmente importante, tendo em vista a natureza dos conteúdos estudados. Conforme discutido por Barana, Marchisio e Roman (2023), o ChatGPT e outras ferramentas de IA podem cometer erros que passam despercebidos aos olhos de usuários com menos experiência com o conteúdo apresentado. O que reforça a importância de uma análise minuciosa e criteriosa por parte dos estudantes.

A utilização da IA, portanto, deve ser acompanhada por um processo contínuo de verificação e validação das informações, de modo a evitar que respostas equivocadas sejam aceitas como corretas apenas pela aparente coerência que apresentam. Nesse contexto, autores como McGee (2023) enfatizam que o papel do professor é crucial para mediar o uso da IA em sala de aula, orientando os alunos sobre como interpretar e questionar as respostas fornecidas pelas ferramentas tecnológicas.

### **O Uso do Conjugado no Cálculo de Limites**

A técnica de multiplicação pelo conjugado é usada quando ocorre a indeterminação de limites em funções racionais nos quais a aplicação do limite resulta em um denominador nulo, ou seja, igual a zero. Além disso, o denominador da função racional é formado por um binômio, cujo conjugado é formado pelo primeiro termo seguido do segundo termo com a

operação invertida. A ideia desse artifício matemático é que a multiplicação resulte em um denominador cujo resultado seja o produto notável que chamamos de quadrado da diferença, possibilitando assim o fim da indeterminação no cálculo do limite. O Quadro 1 abaixo traz um exemplo de como pode ocorrer esse processo:

**Quadro 1.** Exemplo do uso da multiplicação pelo conjugado no cálculo de limites

Dado  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{\sqrt{x-a}}{x-\sqrt{a}}$  a aplicação do limite resultará em uma indeterminação  $\frac{0}{0}$  no denominador. Como o denominador é  $x - \sqrt{a}$  seu conjugado será dado por  $x + \sqrt{a}$ . Sabendo que 1 é o elemento neutro da multiplicação, multiplicamos o numerador e o denominador do limite por  $x + \sqrt{a}$ . Dessa forma:

$$\lim_{x \rightarrow a} \left( \frac{\sqrt{x-a}}{x-\sqrt{a}} \right) \cdot \left( \frac{x+\sqrt{a}}{x+\sqrt{a}} \right) \text{ obtendo } \lim_{x \rightarrow a} \frac{(\sqrt{x-a}) \cdot (x+\sqrt{a})}{x^2-a};$$

aplicando o limite teremos

$$\frac{(\sqrt{a-a}) \cdot (a+\sqrt{a})}{a^2-a} = \frac{0}{a^2-a} = 0.$$

**Fonte:** Os autores.

Nesse contexto, como vimos no Quadro 1 o artifício matemático da multiplicação pelo conjugado possibilitou contornar a indeterminação e encontramos o resultado do cálculo do limite. Tal técnica é apresentada em livros de CDI de uma variável como Stewart (2010) e Guidorizzi (2015) e será adotada no escopo de nossa pesquisa bem como, foram utilizados no contexto da sala de aula.

O início desta pesquisa tem motivações devido a utilização do ChatGPT pelos estudantes em trabalhos desenvolvidos na universidade e em casa. Em específico, muitas vezes os estudantes copiavam as respostas exatamente como o ChatGPT as apresentava, sem avaliar ou questionar o conteúdo. Nesse sentido, ao elaborar a atividade sobre problemas que poderiam ser resolvidos com o método de multiplicação com o conjugado, solicitamos o cálculo do limite  $\lim_{q \rightarrow 0} \frac{\sqrt{q+4}-2}{q}$ . A IA apresentou a solução de forma correta chegando ao resultado de  $\frac{1}{4}$ .

No entanto, quando foi apresentado um limite um pouco mais complexo, que não poderia ser resolvido pelo método de multiplicação pelo conjugado, tal como  $\lim_{q \rightarrow 2} \frac{\sqrt{q^2+5q+6}-(q+2)}{(q-2)}$ , o ChatGPT utilizava o método inadequadamente, apresentando uma resposta errada. Nesse caso, com base no conteúdo já trabalhado na disciplina sobre a existência de limites, consideramos que os estudantes poderiam identificar que esse limite não existiria, pois, quando  $q$  tende a 2 pela esquerda, o resultado é  $-\infty$ , e, quando  $q$  tende a 2 pela direita, o resultado é  $\infty$ .

## Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa consiste em um trabalho empírico com uma abordagem qualitativa. Sobre a pesquisa qualitativa, Gil (2002) destaca que o objetivo principal é avaliar o conteúdo

dos dados obtidos e as ações dos participantes da pesquisa. Utilizamos a estatística básica para calcular médias e frequências, complementando nossa análise.

Para a atividade, seguimos as quatro etapas do ensino via Resolução de Problemas, conforme a perspectiva de Proença (2021), a saber: 1) Uso do problema como ponto de partida; 2) Formação do conceito; 3) Definição do conteúdo; e, 4) Aplicação em novos problemas. Contudo, discutimos aqui apenas a última etapa que seria a aplicação em novos problemas contextualizados no curso de Ciências Econômicas.

No desenvolvimento da atividade, os 23 acadêmicos formaram equipes de três a quatro pessoas, constituindo seis grupos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6), sendo que somente o G6 era composto por três pessoas. Posteriormente, foram apresentados dois problemas aos estudantes, sem a resolução. Solicitamos que eles resolvessem os problemas utilizando todos os conteúdos e conhecimentos adquiridos durante a disciplina. Além disso, após realizarem a resolução em discussão com os colegas, poderiam utilizar o ChatGPT ao final para conferir suas respostas e, se necessário, poderiam fazer alterações antes de entregar ao professor.

Após a verificação das resoluções pelos acadêmicos com auxílio do ChatGPT, eles deveriam apontar se acertaram, erraram e se corrigiram as respostas com base na ferramenta. Na sequência, as folhas foram recolhidas e os problemas foram resolvidos pelo professor no quadro. Reflexões e discussões sobre a utilização indiscriminada do ChatGPT foram promovidas, com o objetivo de alertar os estudantes a não acreditar sempre nas resoluções elaboradas pela IA, e, assim, desenvolverem uma atitude crítica em relação a essa tecnologia.

As resoluções dos estudantes são analisadas de forma qualitativa com auxílio de um quadro com dados sobre os acertos e erros na resolução. Posteriormente, os detalhes das resoluções equivocadas foram discutidos.

### **Análise dos dados**

Nesta seção buscamos apresentar o resultado dos dados obtidos na pesquisa. Para facilitar a discussão, apresentamos as resoluções dos problemas utilizados para a composição dos dados no Quadro 2.

**Quadro 2.** Problemas e suas resoluções com base na Inteligência Artificial.

1) Suponha que a função  $C(q)$  represente o custo marginal de produção de uma empresa, onde  $q$  é a quantidade produzida de um determinado bem, e essa função seja dada por:

$$C(q) = \frac{\sqrt{q+4}-2}{q}$$

A empresa deseja saber o custo marginal à medida que a quantidade produzida  $q$  se aproxima de zero. Encontre o limite de  $C(q)$  quando  $q \rightarrow 0$ .

Resolução final correta apresentada pelo ChatGPT:

$$\begin{aligned} \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\sqrt{q+4}-2}{q} \cdot \frac{\sqrt{q+4}+2}{\sqrt{q+4}+2} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{(\sqrt{q+4})^2 - 2\sqrt{q+4} + 2\sqrt{q+4} - 4}{q(\sqrt{q+4}+2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{(q+4) - 4}{q(\sqrt{q+4}+2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{q}{q(\sqrt{q+4}+2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{1}{(\sqrt{q+4}+2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{1}{(\sqrt{0+4}+2)} = \frac{1}{4} \end{aligned}$$

2) Uma empresa de tecnologia está investigando os custos marginais de produção de um novo dispositivo. O custo marginal  $C(q)$  em função da quantidade  $q$  de unidades produzidas, é descrito pela seguinte função:

$$C(q) = \frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{(q-2)}$$

A empresa deseja saber qual é o comportamento do custo marginal à medida que a produção  $q$  se aproxima de  $q = 2$ . Encontre o limite de  $C(q)$  quando  $q \rightarrow 2$ .

Resolução final errada apresentada pelo ChatGPT

$$\begin{aligned} \lim_{q \rightarrow 2} \frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{(q-2)} \cdot \frac{\sqrt{q^2+5q+6} + (q+2)}{\sqrt{q^2+5q+6} + (q+2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 2} \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})^2 - (q+2)\sqrt{q^2+5q+6} + (q+2)\sqrt{q^2+5q+6} + (q+2)^2}{(q-2)} &= \\ = \lim_{q \rightarrow 2} \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})^2 + (q+2)^2}{(q-2)} \end{aligned}$$

Neste momento, a IA simplificou erradamente  $(q+2)$  com  $(q-2)$ .

$$\begin{aligned} &= \lim_{q \rightarrow 2} \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})^2 + (q+2)^2}{1} = \\ &= \frac{(\sqrt{2^2+5 \cdot 2+6})^2 + (2+2)^2}{1} = 24 \end{aligned}$$

Resolução correta:

Este problema não pode ser resolvido pelo método da multiplicação pelo conjugado, uma vez que:

$$\lim_{q \rightarrow 2^-} \frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{(q-2)} = -\infty \text{ e } \lim_{q \rightarrow 2^+} \frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{(q-2)} = +\infty$$

Então o limite não existe.

**Fonte:** Os autores

No Quadro 3, apresentamos os dados sobre o número de acerto e erros na resolução dos dois problemas analisados nesse estudo.

**Quadro 3.** Resultados obtidos das resoluções dos estudantes.

Resoluções	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Problema 1						
Resolveu correto e confirmou com o ChatGPT	X	X	X		X	X
Resolveu errado e corrigiu com o ChatGPT				X		
Problema 2						
Resolveu correto e discordou do ChatGPT	X			X		
Resolveu correto e trocou pela resolução errada do ChatGPT		X	X			
Resolveu errado e seguiu com a resolução do ChatGPT					X	X

**Fonte:** Dados da Pesquisa

Com base nos dados apresentados, no primeiro problema, os grupos G1, G2, G3, G5 e G6 chegaram a uma solução correta e confirmaram o resultado com o ChatGPT. Nenhum questionamento foi levantado sobre a resposta da ferramenta para essa questão, pois ela foi compatível com os resultados obtidos pelos estudantes. Abdullah, Madain e Jararweh (2022) apontam que grande parte dos estudantes é levada a considerar o retorno do ChatGPT como verdadeiro. Zawacki-Richter *et al.* (2019, p. 6, tradução nossa) aponta que as pesquisas com estudantes mostram que “[...]as conclusões refletem a quase ausência de uma reflexão crítica sobre os desafios e riscos da IAEd [Inteligência Artificial na Educação], a fraca ligação a perspectivas pedagógicas teóricas e a necessidade de explorar melhor as abordagens éticas e educativas na aplicação da no ensino superior”.

No problema 2 a falta de criticidade dos estudantes em relação ao ChatGPT fica mais clara. Os resultados mostram que o G2 e o G3 resolveram corretamente, mas trocaram sua resposta pela da ferramenta, como mostra a Figura 1.

**Figura 1.** Resolução do G2 em que resolveu correto e trocou pela resolução do ChatGPT.

Encontre o limite de  $\frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{q-2}$  quando  $q \rightarrow 2$ .

*Pelo gráfico no grapho quando o  $\lim \rightarrow 2^-$  obtém  $-\infty$  e quando o  $\lim \rightarrow 2^+$  tem  $\infty$*

$$\lim_{q \rightarrow 2} \frac{\sqrt{q^2+5q+6} - (q+2)}{q-2} \cdot \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})' + (q+2)'}{(\sqrt{q^2+5q+6})' + (q+2)'} =$$

$$= \lim_{q \rightarrow 2} \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})^2 - (q+2)^2}{q-2} = \frac{(\sqrt{2^2+5 \cdot 2+6})^2 - (2+2)^2}{2-2} = \frac{9 - 16}{0} = \frac{-7}{0} = -\infty$$

$$= \lim_{q \rightarrow 2} \frac{(\sqrt{q^2+5q+6})^2 - (q+2)^2}{q-2} = \frac{(\sqrt{2^2+5 \cdot 2+6})^2 - (2+2)^2}{1} = 24$$

**Fonte:** Dados da pesquisa

Como se evidenciou na pesquisa de McGee (2023), muitos estudantes utilizam o ChatGPT. Contudo, o problema de sua utilização na Matemática é a falta de criticidade quanto ao seu uso, ao confiarem sempre nas respostas apresentadas pela Inteligência Artificial. Isso ficou claro em nossa pesquisa quando os estudantes do G2 e G3 trocaram a resposta correta pela errada fornecida pelo ChatGPT. Outrossim, os estudantes do G5 e G6, que não conseguiram resolver o problema, optaram pela resposta da IA. A resolução errada do G6 é apresentada na Figura 2.

**Figura 2.** Resolução errada do grupo G6 do problema 2

de  $q=2$ . Encontre o limite de  $C(q)$  quando  $q \rightarrow 2$ .

$$\lim_{q \rightarrow 2} \frac{\sqrt{q^2 + 5q + 6} - (q+2)}{(q-2)} \cdot \frac{\sqrt{q^2 + 5q + 6} + (q+2)}{\sqrt{q^2 + 5q + 6} + (q+2)}$$

$$\frac{(\sqrt{q^2 + 5q + 6})^2 - [(q+2) \cdot \sqrt{q^2 + 5q + 6}]}{(q-2) [\sqrt{q^2 + 5q + 6} + (q+2)]} - \frac{[(q+2) \cdot \sqrt{q^2 + 5q + 6}] - (q+2)^2}{(q-2) [\sqrt{q^2 + 5q + 6} + (q+2)]}$$

$$\frac{(q^2 + 5q + 6) - (q+2)^2}{(q-2) [\sqrt{q^2 + 5q + 6} + (q+2)]}$$

$$(q-2) \cdot (q-3)$$

**Fonte:** Dados da Pesquisa

É possível observar que o G6 consegue aplicar o método de multiplicação pelo conjugado corretamente. No entanto, ao utilizá-lo, chega a uma etapa em que não é possível simplificar  $(q - 2)$ . Neste momento, o ChatGPT gera erroneamente uma simplificação de  $(q - 2)$  por  $(q + 2)$ , como mostra o Quadro 1. Cabe ressaltar que o ChatGPT, por exemplo, gera respostas com base em um modelo probabilístico. Ele identifica e apresenta os termos, textos ou imagens mais prováveis para a situação, reproduzindo padrões encontrados em sua base de dados, que é composta por produções humanas. Os estudantes seguiram a resolução do problema utilizando a simplificação errônea na folha seguinte.

Park, Kim e Lee (2021, p. 97) chamam a atenção para os “problemas sociais que podem surgir se as pessoas se tornarem acriticamente complacentes com aplicações antiéticas e indiscriminadas apresentadas pela IA, pois [...] os cidadãos comuns contemporâneos também devem estar alertas para essas armadilhas”. A confiança total nos resultados apresentados pela IA pode, como conforme evidenciado anteriormente, levar a erros grotescos.

Dessa forma, podemos verificar que apenas o G1 e G4 demonstraram um posicionamento e pensamento crítico sobre essa resolução, uma vez que questionaram a

resposta do ChatGPT. Barana, Marchisio e Roman (2023) destacam que a utilização da IA na Educação só é possível de forma primorosa quando os estudantes possuem um pensamento crítico sobre suas resoluções.

### **Considerações Finais**

É indiscutível que a utilização da IA nos ambientes de ensino, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior, tem se tornado cada vez mais contínua. Nesse sentido, para discutir essa questão, no presente artigo tivemos como objetivo evidenciar as fragilidades apresentadas por estudantes ao utilizarem o ChatGPT como ferramenta de apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado, para a resolução de problemas de Limites. Para tanto buscamos responder a seguinte questão: Estudantes que utilizam o ChatGPT como apoio no aprendizado do método de multiplicação pelo conjugado para resolver problemas de Limites conseguem aplicar corretamente o método e identificar possíveis erros gerados pela IA?

Nossos resultados revelam que, ao aprender o método de multiplicação pelo conjugado na resolução de limites com o auxílio do ChatGPT, uma significativa parcela dos sujeitos de pesquisa (4 grupos de 6) não adotaram uma abordagem crítica em relação às respostas fornecidas pelo ChatPGT. Apenas os grupos G1 e G4 questionaram as informações apresentadas, evidenciando um pensamento crítico necessário para a avaliação das soluções. Por outro lado, os grupos G2, G3, G5 e G6 aceitaram as respostas da IA sem verificar sua precisão, o que resultou em confusões e erros significativos.

O caso específico do grupo G6 ilustra claramente essa falta de criticidade. Embora tenham aplicado corretamente o método, confiaram em uma simplificação errada proposta pelo ChatGPT, que levou à aceitação de uma resposta incorreta. Essa situação destaca a vulnerabilidade dos estudantes em depender exclusivamente da IA sem a devida análise, o que pode comprometer seu aprendizado e compreensão matemática.

Portanto, concluímos que os estudantes da nossa pesquisa não utilizam a IA de maneira eficaz ao não identificar e corrigir os erros que ela pode apresentar. Essa realidade enfatiza a importância de integrar a formação do pensamento crítico nas práticas educacionais, permitindo que os alunos se tornem mais autônomos e competentes na avaliação de informações, especialmente ao interagir com ferramentas de Inteligência Artificial na educação.

Nesse sentido, para trabalhos futuros sobre a utilização da Inteligência Artificial nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, os desvaneios da IA devem ser levados em consideração. Outrossim, o pensamento crítico é essencial para que o estudante saiba verificar se realmente esse os dados apresentados estão corretos ou errados, e acima de tudo que possam demonstrar confiança em si e nos conhecimentos adquiridos anteriormente. Acreditamos que essa questão, será foco de muitas pesquisas vindouras!

## Referências

- ABDULLAH, M.; MADAIN, A.; JARARWEH, Y. ChatGPT: fundamentals, applications and social impacts. *In: 2022 Ninth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)*. 2022. p. 1–8. DOI: 10.1109/snams58071.2022.10062688.
- ALVARENGA, K. B; DORR, R. C; VIEIRA, V. D. O ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral: características e interseções no centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, Passo Fundo (RS, Brasil), v. 2, n. 4, p. 46-57, 2017.
- BARANA, A.; MARCHISIO, M.; ROMAN, F.. Fostering Problem Solving and Critical Thinking in Mathematics through Generative Artificial Intelligence. **International Association for Development of the Information Society**, 2023.
- FORNARI, A.; CARGNIN, C.; GASPARIN, P. P.; ARAÚJO, E. C. D. Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica e Álgebra Linear na educação a distância. **Ciência & Educação**, Bauru (SP – Brasil), v. 23, n. 2, p. 475-492, 2017.
- FRIEDER, S.; PINCHETTI, L.; GRIFFITHS, R. R.; SALVATORI, T.; LUKASIEWICZ, T.; PETERSEN, P.; BERNER, J. Mathematical capabilities of ChatGPT. **Advances in Neural Information Processing Systems**, v. 36, 2024.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas SA, 2002.
- GUIDORIZZI, H. L. Um Curso de Cálculo, v. 1, ed. 5a. **Editora LTC**. Rio de Janeiro, 2015.
- MCGEE, R. W. Is chat gpt biased against conservatives? an empirical study. **SSRN**, Nevada (Estados Unidos da América), v. 1, n. 1, 2023.
- OLIVEIRA, R. M.; SILVA, M. R. O uso da inteligência artificial no ensino da matemática. **Caderno Intersaberes**, v. 12, n. 44, p. 19-29, 2023.
- PAGANI, E. M. L.; ALLEVATO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral: um mapeamento das teses e dissertações produzidas no brasil. **VIDYA**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 34, n. 2, p. 14, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/42>. Acesso em: 5 out. 2024.
- PARK, Claire Su-Yeon; KIM, Haejoong; LEE, Sangmin. Do less teaching, do more coaching: toward critical thinking for ethical applications of artificial intelligence. **Journal of Learning and Teaching in Digital Age**, v. 6, n. 2, p. 97-100, 2021.
- PROENÇA, M. C. Resolução de Problemas: uma proposta de organização do ensino para a aprendizagem de conceitos matemáticos. **Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 18, p. e021008, 2021. DOI: 10.37001/remat25269062v17id359. Disponível em: <http://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/141>. Acesso em: 5 out. 2024.

- RICHT, A.; RICHT, A.; FARIAS, M. M. R. Cálculo Diferencial e Integral e Tecnologias Digitais: o que propõem os livros didáticos de Cálculo. **Educacion Matematica em las Américas**, Bogota (Colômbia), v. 10, p. 36-45, 2015.
- RUSANDI, M. A.; AHMAN, S. I., KHAIRUN, D. Y.; MUTMAINNAH. No worries with ChatGPT: building bridges between artificial intelligence and education with critical thinking soft skills. **Journal of Public Health**, v. 45, n. 3, p. e602-e603, 2023.
- STEWART, J. Cálculo. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. Ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: uma proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa (PR, Brasil), v. 11, n. 1, 2018.
- ZAWACKI-RICHTER, O.; MARÍN, V. I.; BOND, M.; GOUVERNEUR, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, n. 1, p. 1-27, 2019.
- WALTER, Y. Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 21, n. 1, p. 15, 2024.

---

### ***Biografia Resumida***

---

**Luiz Otavio Rodrigues Mendes:** Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática (2016) e Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática (2018), ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. Possui Doutorado em Educação Para a Ciência e a Matemática (2023) pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Membro do GERPEM - Grupo de Estudos de Resolução de Problemas na Educação Matemática da UEM. Atualmente é professor na Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR Campus Apucarana.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/8661805143319375>

**Contato:** [luiz.mendes@ies.unespar.edu.br](mailto:luiz.mendes@ies.unespar.edu.br)

**Emilly Gonzales Jolandeck:** Professora do Departamento de Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática pela UEM. Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Especialista em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduada em Licenciatura em Matemática pela UEPG. Sócia da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Membro do Grupo Interdisciplinar de Estudos em Modelagem na Educação Matemática (GIEMEM).

**Lattes:** <https://lattes.cnpq.br/5085381393473869>

**Contato:** [emillyjolandek@gmail.com](mailto:emillyjolandek@gmail.com)

**João Alessandro da Luz:** Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá-Pr - UEM (2023). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá-Pr - UEM (2016). Especialista em Gestão, Supervisão e Orientação Escolar pela Faculdade Padre João Bagozzi de Curitiba-Pr (2004). Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual do Paraná - Campus de Campo Mourão (2003). Desenvolve pesquisas sobre o ensino da Matemática via Resolução de Problemas. Membro do GERPEM - Grupo de Estudos de Resolução de Problemas na Educação Matemática da UEM. Atualmente, é professor de Matemática do Quadro Próprio do Magistério (QPM) no Ensino Básico na Secretária de Educação do Estado do Paraná (Seed).

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1315361025166246>

**Contato:** [jluz@escola.pr.gov.br](mailto:jluz@escola.pr.gov.br)

**Ana Lucia Pereira:** Doutora (2011) e Mestre (2005) em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Graduada em Ciências e Matemática na Universidade do Norte Pioneiro (UNP, 1994). Bacharel em Psicologia (Faculdade Santana, 2023). Professora do Departamento de Matemática e Estatística da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, Brasil) desde 2012. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação, em que serviu como vice-coordenador (2014-2015) e do Programa em Ensino

de Ciências e Educação Matemática (2017) na Universidade Estadual de Ponta Grossa. Coordenadora do Curso de Licenciatura em Matemática, modalidade a distância, do Sistema Universidade Aberta do Brasil na UEPG.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4341211442617752>

**Contato:** [ana.lucia.pereira.173@gmail.com](mailto:ana.lucia.pereira.173@gmail.com)