

Aplicações de inteligência artificial no cálculo diferencial e integral

Felipe Fialho Nascimento¹

ffialho266@gmail.com

Mateus Carvalho Paes de Souza²

mateus.carvalho8069@gmail.com

Denis Carlos Lima Costa³

denis.costa@ifpa.edu.br

^{1,2,3}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Ananindeua

INTRODUÇÃO.

O crescimento exponencial da Inteligência Artificial (IA) nos últimos anos, tanto no Brasil quanto no cenário global, trouxe mudanças significativas e muitas oportunidades, principalmente no campo da educação matemática. Para Hidayat et al. (2022), a IA na educação matemática tem reduzido as limitações no ensino. Uma limitação ainda existente é o número reduzido de artigos disponíveis à pesquisa nessa área. Como a IA ainda é um tópico pouco investigado na educação, os resultados obtidos são restritos.

Segundo Wardaf et al. (2024), uma revisão da literatura sobre IA na educação revela que ela foi amplamente implementada em vários setores, incluindo ensino superior, educação básica, avaliação de alunos, robótica, mineração de dados e sistemas tutores inteligentes (ITS). No entanto, a investigação sobre o impacto da IA no ensino da matemática é escassa, com estudos que examinam elementos do desenho da investigação.

O campo do Cálculo Diferencial e Integral tem experimentado uma revolução com a integração de técnicas de aprendizado de máquina e o pensamento computacional, como apontado por Costa et al. (2021). Essa união inovadora permite a obtenção de *insights* precisos e abrangentes sobre problemas matemáticos complexos, impulsionando a precisão e a eficiência dos já comprovados e eficientes métodos tradicionais.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar o potencial da Inteligência Artificial (IA) para resolução de problemas de Cálculo Diferencial e Integral (CDI). De forma mais específica, demonstrar como operar a IA para explorar as propriedades do CDI; exibir o potencial dessa tecnologia para solução de problemas de matemática infinitesimal; inovar o ensino de matemática superior; otimizar o processo de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

MATERIAIS E MÉTODOS.

Nesta pesquisa, a Inteligência Artificial foi aplicada para resolver cálculos matemáticos por meio de Engenharia de Prompt, utilizando o ChatGPT como ferramenta central para o aprendizado da máquina. O ChatGPT, um modelo de linguagem de IA, foi treinado através do Machine Learning para resolver cálculos por meio de perguntas, gerando gráficos e fornecendo respostas concisas e detalhadas em uma estrutura padronizada. A Engenharia de Prompt foi crucial para otimizar a performance do ChatGPT, afirma Nascimento (2024): a Engenharia de Prompt envolve a elaboração estratégica de instruções ou estímulos que guiam os modelos de IA a gerar respostas específicas, precisas e relevantes. Por exemplo, a Figura 1 mostra a pergunta feita ao ChatGPT sobre uma Equação (1) de Integral:

$$\int 2 \operatorname{sen}(x) \quad (1)$$

Figura 1 - Modelo de pergunta a IA

```
### INSTRUÇÃO ###

Calcule a equação:
Integral de 2 seno de x em relação a x
passo a passo de forma algébrica e gere um gráfico da integral da
função em linguagem Python.

### RESPOSTA ###
```

Fonte: Autores

A Figura 2 mostra a pergunta feita ao ChatGPT sobre uma Equação (2) de Limite:

$$\lim_{x \rightarrow -1} x^3 + 2x^2 - 5x + 1 \quad (2)$$

Figura 2 - Modelo de pergunta a IA

```
### INSTRUÇÃO ###

Calcule o limite da função:
x³ + 2x² - 5x + 1 quando x se aproxima de -1
passo a passo de forma algébrica e gere um gráfico em linguagem
Python.

### RESPOSTA ###
```

Fonte: Autores

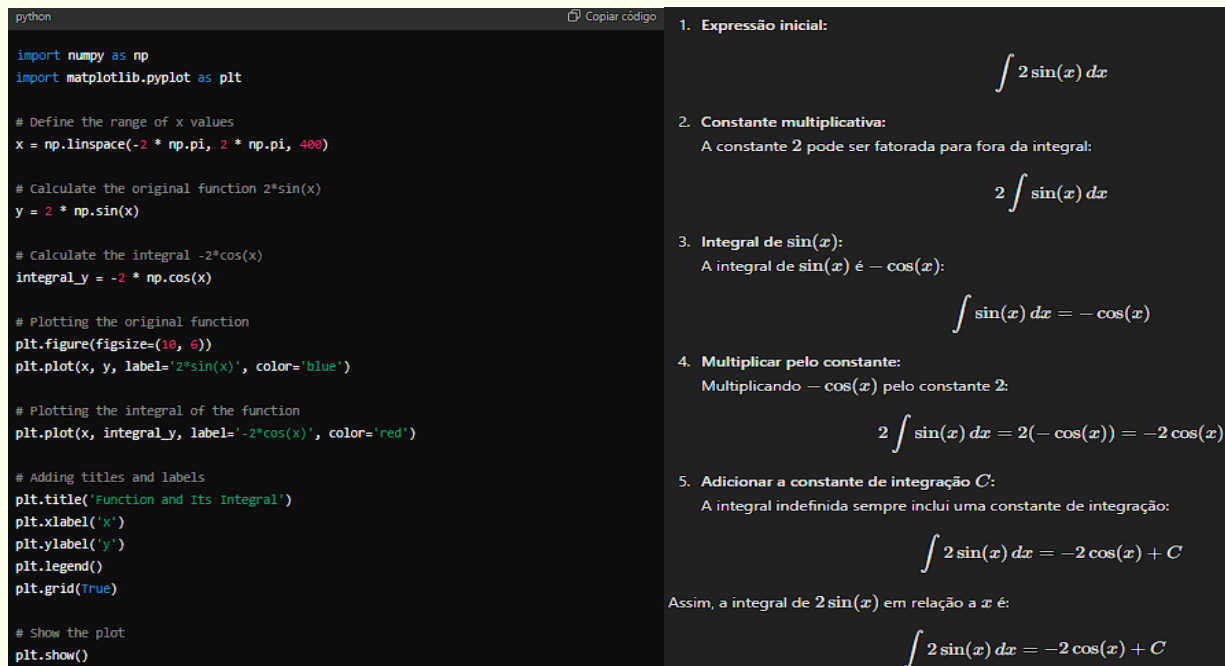
RESULTADOS.

As Figuras 1 e 2 ilustram a aplicação de modelos de perguntas ao ChatGPT, proporcionando uma visão detalhada da metodologia empregada.

A Figura 3 apresenta o código-fonte da equação integral gerado pela IA, que gera o gráfico da função $\int 2 \sin x$ e sua integral $\int -2 \cos x$ em um intervalo de -2π a 2π . Observa-se que o modelo consegue captar a tendência esperada, demonstrando a eficácia da técnica aplicada. Comparando com os métodos tradicionais, nota-se uma melhoria na precisão, especialmente em intervalos onde a função oscila rapidamente, o que evidencia a capacidade do modelo de IA em lidar com complexidades adicionais e fornecer resultados mais robustos.

O *script* destacado na Figura 3 evidencia o código, em Linguagem Python, desenvolvido pela IA. Percebe-se que as bibliotecas *numpy* e *matplotlib* são corretamente implementadas pela Inteligência Artificial. Essas bibliotecas são responsáveis pela implementação algébrica dos modelos matemáticos e representação gráfica, respectivamente.

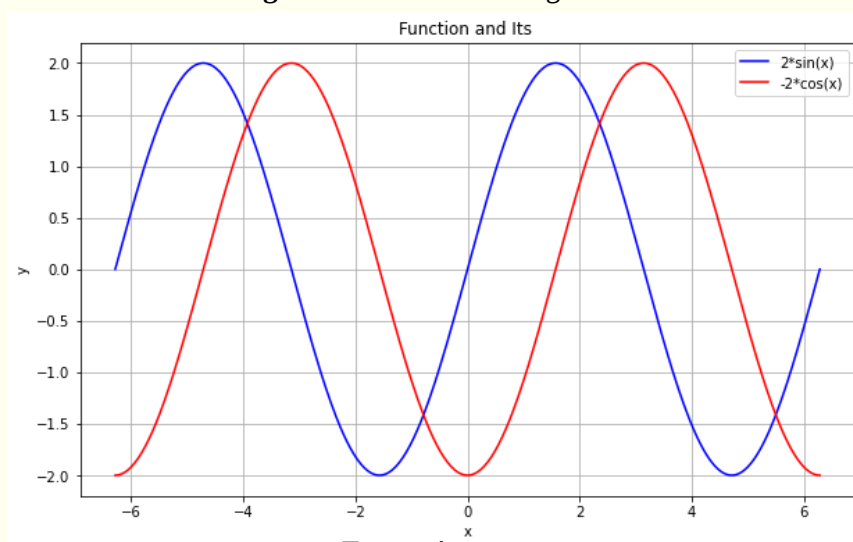
Figura 3 - Código da função Integral e Resolução Algébrica



Fonte: Autores.

A Figura 4 mostra o gráfico gerado pela IA, que representa a função seno e sua integral cosseno. A precisão da IA em regiões de alta oscilação da função contribui para uma visualização mais precisa do conceito de integral.

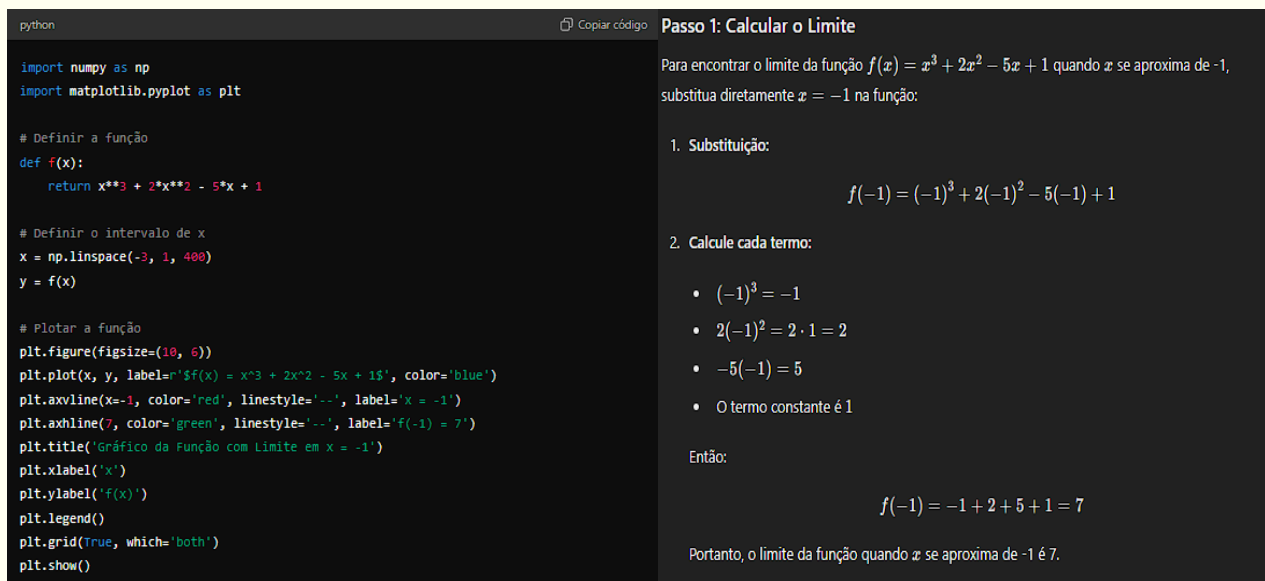
Figura 4 - Gráfico da Integral



Fonte: Autores

A Figura 5 mostra o código-fonte da equação de limite gerado pela IA, que representa gráfico da função $f(x) = x^3 + 2x^2 - 5x + 1$ no intervalo $x = [-3; 1]$, destacando a linha vertical $x = -1$ e a linha horizontal $f(-1) = 7$, ilustrando o limite da função em $x = -1$.

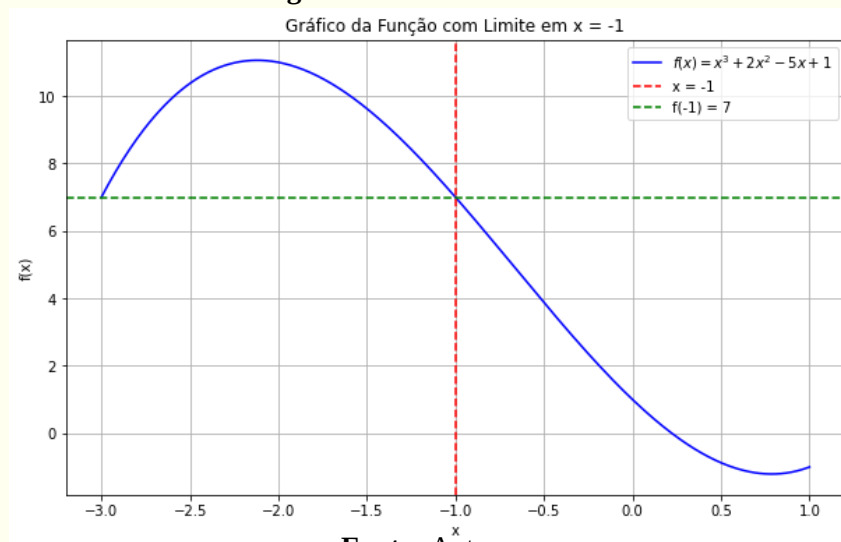
Figura 5 - Codigo da equação de limite e Resolução Algébrica



Fonte: Autores

A Figura 6 mostra o gráfico gerado pela a IA, uma representação da função $f(x) = (x^2 - 1)(x - 1)$. Apesar da função ter uma descontinuidade em $x = 1$, a IA consegue representar com precisão o comportamento da função próximo a este ponto, mostrando que o limite da função quando x tende a 1 é igual a 2.

Figura 6 - Gráfico do Limite



CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) no contexto do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) representa um avanço promissor e inovador. Este estudo demonstra como ferramentas de IA, como o ChatGPT, podem ser utilizadas para otimizar a resolução de problemas complexos, abrindo novas possibilidades para a análise e predição em matemática aplicada. A integração eficaz da IA com métodos tradicionais do cálculo proporciona não apenas eficiência computacional, mas também exatidão, demonstrando um potencial significativo para práticas de ensino, pesquisa e aplicação prática no campo matemático e além.

A partir dessa pesquisa será possível utilizar as ferramentas, baseadas em IA, com mais frequência e segurança. Sabe-se que elas são capazes de resolver Limites, Derivadas e Integral, respeitando o Teorema Fundamental do Cálculo.

Estima-se, para futuros trabalhos, a aplicação da Inteligência Artificial para funções com múltiplas variáveis. Dessa forma, será possível a resolução de Derivadas Parciais e Integrais Duplas e Triplas, por exemplo.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática. Modelagem Computacional. Aprendizagem de Máquina. Tecnologias Educacionais.

AGRADECIMENTOS:

Aos Docentes e Discentes do Bacharelado em Ciência e Tecnologia do IFPA Campus Ananindeua, que executam com maestria o processo de ensino-aprendizagem. Ao Grupo de Pesquisa Gradiente de Modelagem Matemática e Simulação Computacional - GM²SC, por possibilitar e incentivar a curiosidade e a investigação.

Referências

COSTA, D. C. L. et al. MATEMÁTICA COMPUTACIONAL APLICADA À CIÊNCIA & TECNOLOGIA. educapes.capes.gov.br. 2021.

HIDAYAT, R. et al. Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. International Electronic Journal of Mathematics Education, v. 17, n. 3, p. em0694. 2022.

NACIMENTO, J. R. DO. Exploração de técnicas de engenharia de prompt para aprimorar os resultados do uso de LLM no TCMRio. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/58251>>. Acesso em: 2024.

YOUSEF WARDAT et al. Artificial Intelligence in Education: Mathematics Teachers' Perspectives, Practices and Challenges. Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics, v. 5, n. 1, p. 60–77. 2024.