

ChatGPT e o Ensino de Matemática

José Antonio Salvador¹, Jean Piton-Gonçalves²

DM-UFSCar, São Carlos, SP

Resumo. Desde o final do século passado temos usado as ferramentas computacionais disponíveis com nossos estudantes de graduação de Matemática e de Educação Continuada em várias disciplinas, sempre questionando os resultados e as simulações que elas apresentam, assim como outros investigadores o tem feito. E com o surgimento contínuo de tecnologias e as novas tendências no ensino questionamos e discutimos, neste trabalho, quais parâmetros e propostas podemos usar nas disciplinas de Matemática com a chegada do ChatGPT.

Palavras-chave. ChatGPT, Inteligência Artificial, Ensino de Matemática

1 Introdução

Durante o processo evolutivo das civilizações muitos instrumentos foram criados a partir de determinadas necessidades com o objetivo de auxiliar, contribuir e facilitar a vida do homem. No século XX surge o protagonista e símbolo da tecnologia que é o computador dotado de sistema binário. A partir disso, sistemas operacionais e softwares foram apoiando a evolução do computador, em um processo simbiótico. Em meio a esse processo, a ARPAnet (*Advanced Research Projects Agency Network*) foi a primeira rede de computadores (1969) e considerada como a primeira internet utilizada no mundo. Anos se passaram e o volume e a coleta de dados dos usuários e sistemas começaram a aumentar e, com isso, a Ciência de Dados (*Data Science*) munida de ferramentas computacionais e estatísticas contemporâneas, passou a orquestrar a Internet e a vida das pessoas (como é o caso do *Marketing Digital*). Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) passou a ter destaque, uma vez que tornou-se possível treinar grandes redes neurais a partir de um volume incomensurável de dados (Big Data). Sabendo disso, a OpenAI foi fundada³ em 11 de setembro de 2015 em São Francisco-EUA por Elon Musk, Sam Altman, Peter Thiel, Reid Hoffman, Jessica Livingston, dentre outros.

Assim, em 20 de novembro de 2022, foi lançado o serviço ChatGPT (*Generative Pre-trained Transformer*) que é um *chatbot* que utiliza IA generativa para gerar conteúdo, realizar tarefas e interagir com humanos. A sua rede neural foi treinada a partir de uma grande base de dados datada de setembro de 2021, culminando no que atualmente é a versão 4.0 do ChatGPT⁴. Essencialmente, este sistema é implementado em Python e utiliza as bibliotecas *Tensorflow*, *PyTorch* e *Transformers* (dentre outras), que são específicas para o desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural.

O ChatGPT não é a única IA em língua natural. Citamos outras em destaque: a Sydney (IA do Chat Bing da Microsoft) e o Bard (IA do Google). Especialistas têm comparado essa corrida para se obter a melhor IA, a “nova corrida espacial” no contexto do que tem sido denominado de

¹jasalvador@ufscar.br

²jpiton@ufscar.br

³<https://www.tecmundo.com.br/internet/260413-origem-chatgpt-conheca-historia-openai.htm>. Acesso em: 10 jan. 2023

⁴<https://chat.openai.com/chat>. Acesso em: 10 jan. 2023

Quinta Revolução Industrial. No que se refere a IA aplicada no contexto educacional e social, as primeiras discussões partiram de Marvin Minsky⁵ e Seymour Papert⁶, em que ambos lançaram um conjunto de livros e pesquisas nessa temática. Minsky definiu a IA como “a ciência de fazer que as máquinas façam coisas que exigiriam inteligência se feitas por um ser humano”.

No contexto nacional, destacam-se os trabalhos de [2], que estudaram a percepção do impacto das tecnologias de primeira e de segunda geração, os sistemas de inteligência artificial na percepção dos professores e o trabalho de [8] que traz uma revisão sistemática da literatura e da experiência da autora na área de IA no ensino.

Acostumados a usar os programas e softwares computacionais algébricos que resolvem problemas matemáticos específicos [1, 4, 5, 7] verificamos que o ChatGPT foi treinado em uma ampla variedade de tarefas de linguagem natural e pode fornecer respostas e informações sobre uma gama de tópicos.

Ele pode ser útil em situações em que o usuário precisa de ajuda ou informação, mesmo não sabendo exatamente como formular sua pergunta ou qual programa ou software específico usar para obter a resposta desejada. Ele pode responder a perguntas diversas sobre ciência, história, cultura, entretenimento, tecnologia e muitos outros tópicos. A versão inicial do GPT lançada pela OpenAI em junho de 2018 evoluiu e foi sendo aprimorada com um grande investimento e hoje temos versão GPT-4 em 2023.

O ChatGPT que acessamos livremente já vem sendo muito discutido sobre como utilizá-lo especialmente no processo de ensino, de aprendizagem e de avaliação que é o nosso objeto de estudo, pois não poderíamos ignorá-lo, já que o seu acesso é público e gratuito.

No contexto do ensino com tecnologia, é fundamental questionar quais são os objetivos de aprendizagem que desejamos alcançar com o uso de ambientes avançados e sofisticados, como o ChatGPT. É importante identificar em que momentos do processo de ensino e avaliação de Matemática esses recursos podem ser empregados de maneira eficiente e significativa. Além disso, é preciso explorar de que forma o ChatGPT poderá auxiliar o professor orientador na organização das atividades, aulas, avaliações e produção do conhecimento; de maneira a potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto do ChatGPT e do Ensino da Matemática em cursos de graduação, este artigo traz um Estudo de Caso realizado na disciplina Teoria e Prática em Informática na Educação (TPIE) do curso de Licenciatura em Matemática da UFSCar.

2 Potencialidades do ChatGPT

O ChatGPT é um modelo de linguagem natural mais avançado na atualidade e pode ser utilizado para diversas finalidades, tais como assistências virtual e presencial, suporte ao ensino à distância, entre outras facilidades que outros ambientes também oferecem [1, 4, 5, 7]. Pelo fato da sua rede neural ser treinada com bilhões de dados de texto disponibilizados na rede, ele é capaz de gerar respostas de forma rápida e autônoma, realizando desde tarefas simples até mais complexas, tais como o melhoramento, resumo ou síntese de um texto, tradução automática em diversos idiomas e resolução de problemas matemáticos.

Especificamente na Matemática, essa IA pode ir além de resolver problemas. Ela pode gerar listas de problemas e suas respectivas soluções, criar tutoriais, questionários, testes, tabelas, gráficos e algoritmos e códigos computacionais em diversas linguagens (C++, Python, Octave, \LaTeX , etc). Ainda, podemos solicitar para que o ChatGPT detalhe uma resolução ou refaça-a utilizando outras ferramentas matemáticas. A hipótese é de que esta IA aumente sua capacidade dedutiva à medida que ela vai sendo utilizada, uma vez que é possível indicar no sistema se a resposta está “ok” ou não, por meio de um botão indicando uma mão.

⁵<https://www.britannica.com/biography/Marvin-Lee-Minsky>. Acesso em: 13 mar. 2023

⁶<https://www.britannica.com/biography/Seymour-Papert>. Acesso em: 13 mar. 2023

3 Estudo de Caso

A disciplina TPIE fomenta estudos do trabalho educacional com as Tecnologias Digitais de Informação e de Comunicação no espaço escolar, com foco nas bases teóricas e metodológicas da Informática na Educação Matemática. Apresentar linguagens de programação educacional, analisar e aplicar software educacional concebido enquanto material didático digital é um dos focos da referida disciplina. Os docentes envolvidos nesta disciplina possuem ampla experiência no ensino da Matemática, incluindo o início do uso dos softwares computacionais algébricos [1, 4, 5]. Atualmente, estamos trabalhando com o ChatGPT na Matemática, realizando um trabalho contínuo na referida disciplina na perspectiva do conhecimento pedagógico-computacional professor de Matemática e da avaliação e aprendizagem matemática [3, 7].

No nosso estudo verificamos que o ChatGPT pode enunciar e resolver uma grande quantidade de problemas de Matemática da Educação Básica e Superior, bem como enunciar e demonstrar os principais teoremas em um curto espaço de tempo; atuando como um “tutor matemático” com boas chances de sucesso na correção de uma resolução matemática. No aspecto do sucesso, ainda existem situações em que a IA “falha”, ou seja, fornece resultados incorretos ou “alucinados” (termo que vem sendo utilizado quando uma resposta está totalmente fora do contexto). Nesses casos é que entra o papel fundamental do professor de matemática, como um questionador, crítico e verificador do conhecimento sobre as informações fornecidas pelo ChatGPT, garantindo assim a qualidade e a precisão dos resultados para os estudantes.

Este estudo de caso pautou em dois momentos: (i) o Exploratório e (ii) o Investigativo. A primeira etapa constou em uma aula em que os estudantes exploraram o ChatGPT de formas variadas, com foco na geração de código \LaTeX e elaboração de resumo de textos pedagógicos, refazendo sempre perguntas à IA. A segunda etapa constou em outras aulas em que os estudantes realizaram análises críticas das respostas do sistema, assim como construir a sua própria resposta partindo do que lhe foi informado, conforme enunciamos algumas situações de sala de aula a seguir.

Situação 1: a resposta é sempre correta?

Sabemos que o ChatGPT “alucina” ou erra. Vejamos uma resposta do ChatGPT trazida por um estudante que buscou um problema **P** que aparece na internet:

P: Uma empresa produz um determinado produto com o custo definido pela função $C(x) = x^2 - 80x + 3000$. Considerando o custo C em reais e x a quantidade de unidades produzidas, determine a quantidade de unidades para que o custo seja mínimo e o valor desse custo mínimo.

ChatGPT: Para encontrar a quantidade de unidades x que minimiza o custo, precisamos encontrar o ponto crítico da função de custo $C(x)$. Para isso, precisamos calcular a derivada da função $C(x)$ em relação a x e igualá-la a zero: (não especificamos e nem ele se $x \in \mathbb{R}$ e nem se a função é derivável)

$$C'(x) = 2x - 80 = 0$$

Solvendo para x , temos $x = 40$. Agora precisamos verificar se esse é realmente um mínimo, calculando a segunda derivada da função $C(x)$:

$$C''(x) = 2.$$

Como $C''(40) = 2 > 0$, temos que $x = 40$ é um ponto de mínimo.

Portanto, a quantidade de unidades que minimiza o custo é $x = 40$. Para encontrar o custo mínimo, basta substituir $x = 40$ na função de custo $C(x)$:

$$C(40) = 40^2 - 80 \cdot 40 + 3000 = 400.$$

Portanto, o custo mínimo é de R\$400,00.

Ele mostrou em código LaTeX e que processado obtemos:

$$\begin{aligned}
 C(x) &= x^2 - 80x + 3000 \\
 C'(x) &= 2x - 80 \\
 C''(x) &= 2 \\
 C'(x) = 0 &\Rightarrow 2x - 80 = 0 \Rightarrow x = 40 \\
 C''(40) &= 2 > 0 \Rightarrow \text{mínimo em } x = 40 \\
 C(40) &= 40^2 - 80 \cdot 40 + 3000 = 400
 \end{aligned}$$

Comentário: Observamos que o valor correto é $C(40) = 1400$, e aí o que fazer? Neste momento é oportuno propor uma discussão crítica sobre a resolução escrita e o resultado apresentado pelo ChatGPT, encontrar o(s) erro(s) e acerto(s) e explicitar como deve ser o correto.

Situação 2: gráfico de uma sequência de dados

Vejamos a solicitação de elaboração de um gráfico no plano e que o ChatGPT mostre em código LaTeX.

P: Fornecendo os dados da radiação solar média (kWh/m^2) na cidade de São Carlos nos meses de janeiro (1) a dezembro (12)⁷, entrando com uma simples sequência de valores igualmente espaçados:

5,55 5,82 5,09 4,66 3,95 3,71 3,88 4,78 4,95 5,51 5,68 6,00

ChatGPT: Para criar um gráfico com os dados da radiação solar média em São Carlos nos meses de janeiro a dezembro, você pode usar o pacote `pgfplots` no LaTeX.

Com o código fornecido, geramos o gráfico no ambiente do LaTeX mostrado na Figura 1.

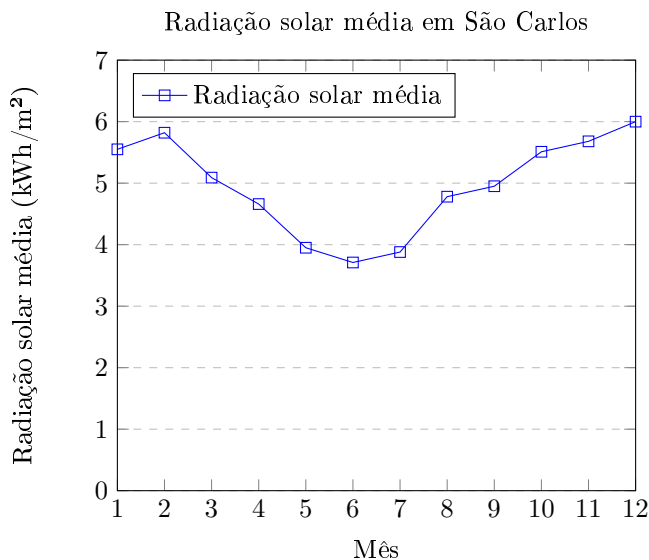


Figura 1: Gráfico da radiação solar média em São Carlos-SP gerado pelo ChatGPT. Fonte. Os autores

⁷<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em: 13 mar. 2023

Comentário: A IA mostra o código, inclusive, explica o que significa cada linha dos comandos usados, o que é muito interessante, nas solicitações de códigos de programação, que em geral, ele faz com muitos acertos.

Situação 3: gráfico 3D de uma função de duas variáveis

Vejam agora a solicitação para o ChatGPT gerar o código \LaTeX para o gráfico de funções de duas variáveis.

P: Gerar o código fonte em \LaTeX para o gráfico da função $f(x, y) = x^2 - y^2$.

O resultado depois processado é mostrado na Figura 2 a seguir.

ChatGPT:

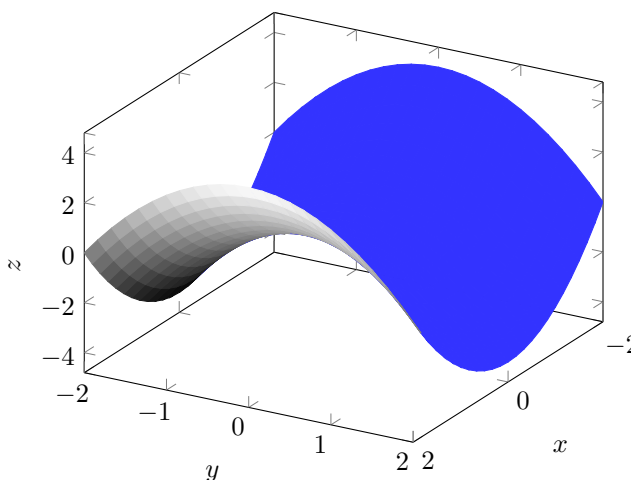


Figura 2: Gráfico da sela $f(x, y) = x^2 - y^2$ gerado pelo ChatGPT. Fonte. Os autores

Comentário: Observe que não especificamos o domínio da função. O ChatGPT pode oferecer os códigos para o gráfico da funções nos mais variados softwares computacionais. Realmente, montados no ChatGPT podemos fazer e entender códigos e problemas matemáticos de uma forma mais rápida, mas sempre com cautela, pois às vezes, é necessário algumas correções e adaptações.

Situação 4: resolvendo uma equação e conferindo a solução

P: Resolva a equação $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$ e mostre os cálculos em código de \LaTeX .

ChatGPT: Começamos expandindo ambos os lados da equação: $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$

$$3x^2 - 6x + 3 = 2x^2 - 9x + 4$$

A seguir, movemos todos os termos para um lado da equação e deixamos o outro lado igual a zero:

$$3x^2 - 6x + 3 - 2x^2 + 9x - 4 = 0$$

Simplificando:

$$x^2 + 3x - 1 = 0$$

Agora, podemos aplicar a fórmula geral de resolução de equações quadráticas: $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

onde $a = 1$, $b = 3$, e $c = -1$. Substituindo:

$$x = \frac{-3 \pm \sqrt{3^2 - 4(1)(-1)}}{2(1)}$$

$$x = \frac{-3 \pm \sqrt{13}}{2}$$

Portanto, as soluções da equação $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$ são $x = \frac{-3-\sqrt{13}}{2}$ e $x = \frac{-3+\sqrt{13}}{2}$

Agora quando solicitamos:

P: substitui $x = \frac{-3+\sqrt{13}}{2}$ na equação $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$

ChatGPT: Vamos substituir $x = \frac{-3+\sqrt{13}}{2}$ na equação $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$:

$$\left(\frac{-3+\sqrt{13}}{2} - 1\right)\left(3\left(\frac{-3+\sqrt{13}}{2}\right) - 3\right) = \left(2\left(\frac{-3+\sqrt{13}}{2}\right) - 1\right)\left(\frac{-3+\sqrt{13}}{2} - 4\right)$$

Simplificando . . . Multiplicando as frações

$$\frac{(5+\sqrt{13})(9-3\sqrt{13})}{4} = \frac{(5-\sqrt{13})(11+\sqrt{13})}{4}$$

Agora, podemos simplificar ambos os lados da equação dividindo por $\frac{5-\sqrt{13}}{4}$ (observando que $5 - \sqrt{13} \neq 0$):

$$9 + 3\sqrt{13} = 11 + \sqrt{13}$$

Isolando o termo com raiz quadrada em um lado da equação e os termos constantes do outro lado, temos:

$$-4\sqrt{13} = 2$$

Comentário: O que é uma contradição. Portanto, $x = \frac{-3+\sqrt{13}}{2}$ não seria uma solução válida da equação $(x - 1)(3x - 3) = (2x - 1)(x - 4)$.

Com vários experimentos realizados, discutidos detalhadamente com os estudantes, como os apresentados aqui, podemos fazer algumas considerações sobre o uso do ChatGPT no ensino de Matemática.

4 Considerações Finais

O uso do ChatGPT no ensino de Matemática apresenta vantagens e desvantagens que devem ser cuidadosamente consideradas pelos professores orientadores, estudantes e curiosos.

Para os professores, o ChatGPT pode ser uma ferramenta útil para preparar atividades como a elaboração de avaliações, textos e livros matemáticos didáticos como o editado no \LaTeX [6] (antes do ChatGPT), para facilitar a elaboração de listas de exercícios e problemas e as suas soluções. Além disso, o professor poderá solicitar um resumo, uma síntese ou que ele reescreva um tema, facilitando o direcionamento dos estudos de seus alunos.

Por outro lado, é importante lembrar que o ChatGPT ainda não é capaz de responder a todas as questões corretamente e algumas vezes pode “alucinar”. Em determinados casos, podemos melhorá-las e a IA passará a responder corretamente. Portanto, é necessário que o professor orientador solicite uma checagem rigorosa e criteriosa das respostas obtidas pelo ChatGPT tanto no uso profissional quanto educacional (sala de aula). Por exemplo, essa IA não reconhece ou não aprendeu o gráfico da evolução da Covid-19 até os dias atuais, justamente pelo treinamento da base dados ter sido realizada até 2021.

O ChatGPT pode ser uma ferramenta que auxilia o aprendizado de Matemática e a mesma checagem rigorosa e criteriosa realizada pelo professor deverá ocorrer por parte de um estudante de graduação pelos motivos anteriormente apontados.

A partir desse estudo, algumas reflexões são colocadas:

(i) uma vez que o ChatGPT pode resolver listas de problemas e editá-las antes de enviá-las ao professor, isso não seria um problema para este tipo de avaliação educacional?

(ii) como identificar se a resposta de uma lista de exercícios ou se um trabalho foi realizado pelo estudante ou pela IA?

(iii) Quais são os (novos e desafiadores) possíveis caminhos metodológicos e didáticos frente à essa nova tecnologia?

É importante lembrar que as questões éticas e de privacidade devem ser consideradas ao utilizar essas tecnologias, e que devem ser integradas com a experiência dos professores e a interação dos estudantes para garantir uma educação de qualidade, personalizada e cooperativa.

Em alguns casos, o ChatGPT pode ser uma alternativa aos buscadores tradicionais (tais como o Google ou Bing), porém é importante frisar que a IA não substituirá o papel fundamental do professor orientador no processo de ensino da Matemática [7]. Uma vez que esta tecnologia está posta para a sociedade atual, esta deve ser utilizada com muito critério e a supervisão adequada, a fim de garantir a precisão e a qualidade das informações fornecidas e a correta resolução dos problemas/exercícios solicitados.

Há um fato irreversível: a IA já faz parte da sociedade e do cotidiano das pessoas e, sendo assim, não poderá estar fora das discussões e reflexões escolares e acadêmicas.

Referências

- [1] J. L. Araujo e J. A. Salvador. “Mathematical Modelling in Calculus Courses”. Em: **Modelling and Mathematics Education ICTMA9: Applications in Science And Technology**. Ed. por J. F. Matos et al. Vol. 1. <https://doi.org/10.1533/9780857099655.4.195>. Acessado em 15 mar. 2023. Chichester: Howood Publishing Series: Mathematics e Applications, 2001. Cap. 23, pp. 195–204.
- [2] A. Parreira, L. Lehmann e M. Oliveira. “O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores”. Em: **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação** 29.113 (2021). <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002803115>. Acessado em 15 mar. 2023, pp. 975–999.
- [3] J. Piton-Gonçalves e M. Lamonato. “Conhecimento Pedagógico-computacional do Professor de Matemática”. Em: **CINTED - UFRGS: Novas Tecnologias na Educação** 1 (2015), pp. 1–10. DOI: 10.1007/s40314-014-0163-6.
- [4] J. A. Salvador. **Equações Diferenciais Parciais com Maple V**. 1a. ed. São Carlos: EDUFSCar, 2000.
- [5] J. A. Salvador. **Hipertexto de Métodos de Matemática Aplicada com Maple V**. 1a. ed. São Carlos: EDUFSCar, 2000.
- [6] J. A. Salvador e S. Arenales. **Modelagem Matemática Ambiental**. 1a. ed. São Carlos: EDUFSCar, 2022. ISBN: 9786586768282.
- [7] J. A. Salvador e J. Piton-Gonçalves. “O Moodle como ferramenta de apoio a uma disciplina presencial de ciências exatas”. Em: **Anais do XXXIV COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. 2006.
- [8] R. M. Vicari. “Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no Ensino”. Em: **Estudos Avançados** 35.101 (2021). <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006>. Acessado em 20 mar. 2023, pp. 73–84.