Instituto Federal de Brasília
Campus Estrutural
Licenciatura em Matemática

MARCOS JOSE ALVES DE SOUZA

AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Brasília
2023

MARCOS JOSE ALVES DE SOUZA

AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Artigo Científico apresentado ao Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Brasília, Campus Estrutural, como requisito para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador 1: Mestre Antônio Dantas Costa Neto

Orientador 2: Mestre Nilton César de Oliveira Borges

Brasília
2023

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

ANEXO 4-FICHA DE APROVAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA

(Trabalho ou Projeto) de Conclusão de Curso

Discente: MARCOS JOSE ALVES DE SOUZA .

Título: AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

(Trabalho ou Projeto) aprovado em: 11/12/2023.

Brasília - DF, 11 de Dezembro de 2023.

Banca Examinadora

Prof. Me Antonio Dantas Costa Neto

Orientador(a) (Presidente):

Prof Me Pedro Carvalho Brom

Examinador(a) (membro):

Prof. Dr Mateus Gianni Fonseca

Examinador(a) (membro):

Documento assinado eletronicamente por:

- **Antonio Dantas Costa Neto**, **COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - ES-GRAD-LM**, em 11/12/2023 19:27:26.
- **Pedro Carvalho Brom**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 12/12/2023 08:07:00.
- **Mateus Gianni Fonseca**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/12/2023 11:34:23.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 509711
Código de Autenticação: 260c8c130e

AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Marcos Jose Alves de Souza[1*]
Antônio Dantas Costa Neto[2**]
Nilton César de Oliveira Borges[3***]

RESUMO

O artigo tem como objetivo avaliar o retorno do ChatGPT no que se refere ao tema Equações Diferenciais de modo a verificar se há potencialidade de seu uso no processo de ensino e aprendizagem do assunto. A pesquisa adotou uma abordagem bibliográfica, explorando estudos relevantes sobre as dificuldades em Equações Diferenciais e investigando o papel da Inteligência Artificial, especialmente do ChatGPT. Testes foram conduzidos para avaliar a eficácia dessa IA na resolução de equações diferenciais, identificando algumas de suas limitações suas limitações, com foco nas Equações Separáveis, delimitando o escopo para uma análise mais aprofundada.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Equações Separáveis; ChatGPT.

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) tem tomado espaço em nossas casas a cada dia, seja uma "Alexa[4]" no meio da sala, com comandos de voz para ligar e desligar uma TV, uma lâmpada ou qualquer outro aparelho interligado a IA. Dessa forma impulsionado pela revolução tecnológica e industrial, a sociedade vem mudando devido a inovação tecnológica, e por onde andamos a IA está presente. Com o lançamento do ChatGPT em novembro de 2022. Segundo Gomes (2023) o ChatGPT é uma tecnologia avançada que facilita a forma como as pessoas interagem com a inteligência artificial. Segundo Garcia (2020) “para discutirmos o uso da IA, seus benefícios e suas limitações, devemos antes entender o seu funcionamento”. Para a autora a IA constitui uma área da computação dedicada ao

[1*]Licenciando em Matemática no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de Brasília — *Campus* Estrutural. E-mail: marcos.souza6@estudante.ifb.edu.br.
[2**]Mestre Profissional em Matemática Profmat pela UnB - Universidade de Brasília. E-mail: antonio.dantas@ifb.edu.br
[3***] Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília. E-mail: nilton.borges@ifb.edu.br
[4]Alexa é uma inteligência artificial controlada por voz desenvolvido pela Amazon e lançada em novembro de 2014, ela serve para auxiliar na execução de tarefas do dia a dia, como, por exemplo, definir alarmes, pesquisar na internet e até mesmo controlar a sua casa conectada.

desenvolvimento de algoritmos e sistemas capazes de executar tarefas que exigem habilidades associadas à inteligência humana. Entre os exemplos mais reconhecidos de aplicação da IA, destacam-se a capacidade de interação na nossa linguagem, exemplificada pelos assistentes pessoais em nossos dispositivos móveis, e a habilidade de perceber e interpretar o mundo, como evidenciado pelo reconhecimento de imagens em carros autônomos.

A aplicação de técnicas de IA visa capacitar a máquina a planejar sequências de atividades para atingir metas, como observado em sistemas inteligentes proficientes no jogo de xadrez. Além disso, a IA é empregada para raciocinar na resolução de problemas complexos, como nos sistemas de diagnóstico médico. Por fim, um dos objetivos cruciais é permitir que a máquina aprenda a realizar todas essas tarefas de forma autônoma.

> Este modelo matemático é composto por um sistema de equações não lineares com descontinuidade. O papel do algoritmo de aprendizagem é definir os valores ótimos para os coeficientes dessas equações de tal forma a bem reproduzir os exemplos do conjunto de treinamento, mas almejando a generalização (Gomes, 2023)

Portanto neste artigo, discutiremos possíveis benefícios e malefícios do uso da Inteligência Artificial no processo de ensino aprendizagem em Equações Diferenciais, buscando apresentar ao leitor algumas vantagens e desvantagens que podem surgir com o uso da IA buscando uma reflexão do seu uso consciente na educação matemática. Além de apresentar uma avaliação de algumas das possíveis limitações do uso das Inteligências Artificiais no ensino de equações diferenciais.

Nos últimos anos, ocorreram diversos congressos, seminários, palestras ao redor do mundo, a respeito da inteligência artificial, e uma delas ocorreu em dezembro de 2020 em Pequim, que foi a segunda Conferência Internacional sobre Inteligência Artificial e Educação sobre o tema "Desenvolvendo Novas Habilidades para Enfrentar a Era Inteligente", ao qual segundo Li e Wu (2023) foram destacadas as questões futuras do desenvolvimento da educação no contexto dos desafios e oportunidades da inteligência artificial, ao qual os autores nos dizem que "a fusão entre tecnologia inteligente e educação é uma tendência inevitável para o desenvolvimento futuro da educação". Matos (2023),relata que o conhecimento costumava ser transmitido entre o sujeito e o objeto da educação, e as ferramentas eram meros meios ou veículos. Contudo, as ferramentas tecnológicas não se limitam a permanecer em segundo plano; ao contrário, desempenham um papel ativo na

construção do conhecimento. A convergência entre tecnologia e conhecimento evidencia o crescente impacto da tecnologia, estabelecendo os alicerces para a informatização e a transformação inteligente da educação. O objetivo central deste trabalho é, portanto, avaliar o retorno do ChatGPT no que se refere ao tema Equações Diferenciais de modo a verificar se há potencialidade de seu uso no processo de ensino e aprendizagem do assunto, em basicamente três etapas a seguir: Investigar as dificuldades no ensino e aprendizagem de equações diferenciais; Realizar um estudo sobre os benefícios e limitações do uso da IA no ensino de equações diferenciais e realizar testes com IA (ChatGPT) na resolução de equações diferenciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 **Inteligência Artificial**

Segundo Boucher (2020) "*AI refers to systems that display intelligent behaviour by analysing their environment and taking action – with some degree of autonomy – to achieve specific goals"*, ou seja, IA refere-se a sistemas que exibem comportamento inteligente ao analisar seu ambiente e tomar ação – com algum grau de autonomia – para alcançar objetivos específicos.

A Inteligência Artificial, pode pode realizar e auxiliar em tarefas do dia a dia, e resolver cálculos, e tomar decisões, demonstrando potencialidade em ser um grande aliado ao aluno em sala de aula, ajudando a compreender e entender os mais diversos assuntos em equações diferenciais ordinárias, como qualquer outra disciplina, ao qual segundo Li e Wu (2023) "no período da era das máquinas inteligentes, essas novas tecnologias estão se estendendo para toda a sociedade, especialmente no campo da educação".

2.2 Dificuldades no ensino e na aprendizagem de Equações Diferenciais

De acordo com Boyce, Diprima e Meade (2020), muitos dos princípios ou leis que governam o comportamento do mundo físico são proposições ou relações que envolvem a taxa na qual os eventos ocorrem. Quando expressas em linguagem matemática, essas relações se traduzem em equações, e as taxas associadas são representadas por derivadas. Equações que incorporam derivadas são denominadas equações diferenciais. Portanto, para compreender e abordar questões relacionadas ao movimento de fluidos, ao fluxo de corrente elétrica em circuitos, à dissipação de calor em objetos sólidos, à propagação e detecção de ondas sísmicas, ao crescimento ou decréscimo de populações, e a uma variedade de outros fenômenos, é imperativo possuir conhecimento acerca de equações diferenciais.

O ensino e aprendizado de equações diferenciais são desafios complexos que exigem abordagens inovadoras e adaptativas. Professores e alunos podem superar essas dificuldades por meio de estratégias que tornem o conteúdo mais acessível, relevante e envolvente. Ao enfrentar esses desafios de frente, podemos fortalecer o domínio desse importante tópico matemático, preparando melhor os alunos para suas jornadas acadêmicas e profissionais.

Estudos realizados por Dullius, Veit e Araújo (2013) apontam que a dificuldade dos alunos em compreender Equações Diferenciais, está relacionada, dentre outros motivos, a não compreensão de conceitos de cálculo, tais como: derivadas, integrais e outros conteúdos de matemática elementar, visto que um grande número de alunos destacou que a maior dificuldade na aprendizagem das equações diferenciais foi a deficiência em relação a conteúdos que são básicos na resolução e interpretação de equações diferenciais, citando as integrais, as derivadas e a álgebra.

Durante a pesquisa das autoras referidas acima, outro problema destacado foi que as aulas de Equações Diferenciais são muito rápidas, e os alunos alegaram que a dificuldade está relacionada ao pouco tempo destinado para resolver exercícios, ao qual destacou que geralmente havia alunos mais lentos na resolução, dependendo de mais tempo para resolver problemas de matemática básica envolvida. E por último, o estudo revelou por parte dos alunos que eles não sabem iniciar a resolução do problema, visto que os alunos sentem dificuldade em

identificar o tipo de equação diferencial, para então poder escolher a técnica de resolução.

Já por parte dos professores, o estudo de Dullius, Veit e Araújo (2013) fez o aprontamento a seguir:

> “conteúdos de matemática básica, como por exemplo, trigonometria, frações, sistemas lineares, frações algébricas, números complexos, derivadas e integrais, entre outros considerados necessários na resolução analítica de EDO”.

Além disso, o estudo aponta problemas conceituais por parte dos estudantes pesquisados, principalmente no que se refere à interpretação da derivada, que é a base das equações diferenciais, e por fim os alunos possuem dificuldade em aceitar funções como solução de uma equação diferencial, pois estão acostumados a enxergar números como solução.

Trazendo agora o estudo de Dullius, Veit e Araújo (2013), para fundamentar a utilização da inteligência artificial no processo de ensino aprendizagem em equação diferencial, as falas dos alunos quando dizem que "louvaram a eficácia dos softwares utilizados, pois os ajudaram no desenvolvimento da capacidade visual e na compreensão gráfica de EDO", e que o ensino e aprendizado de equações diferenciais ordinárias são desafios complexos que exigem abordagens inovadoras e adaptativas, onde professores e alunos podem superar essas dificuldades por meio de estratégias que tornem o conteúdo mais acessível, relevante e envolvente. Ao lidar com esses desafios, podemos fortalecer o domínio desse importante tópico matemático, preparando melhor os alunos para suas jornadas acadêmicas e profissionais.

Equações diferenciais ordinárias frequentemente envolvem conceitos abstratos e manipulações matemáticas avançadas. Conforme relata Silva (2022), a dificuldade reside não apenas na compreensão da teoria, mas também na aplicação prática desses conceitos em contextos do mundo real. Professores precisam encontrar maneiras de tornar essas abstrações mais tangíveis, proporcionando exemplos concretos e relacionando-as a situações do cotidiano.

A avaliação do entendimento dos alunos em equações diferenciais ordinárias requer uma abordagem individualizada, dada a natureza desafiadora do assunto.Os professores devem buscar métodos de avaliação que permitam identificar lacunas

no conhecimento de cada aluno. *Feedback* personalizado pode ajudar a direcionar o aprendizado, destacando áreas específicas que requerem mais atenção.

Portanto a IA pode ser utilizada como um tutor no processo de aprendizagem de equações diferenciais.

Segundo Cooper, Nam e Si (2012):

> "Intelligent Tutoring System(s) (ITS): An ITS is a computer system that provides customized instruction or feedback to students without much intervention from human teachers. An ITS can bring several benefits for delivering effective instruction: (1) An ITS can provide individualized instruction that allows all students to access the same curriculum with different entry points and learning tasks that are tailored to students' needs; (2) An ITS can enable students to achieve similar proficiency levels in a more efficient way; and (3) With appropriate design, an ITS can enable human teachers to focus on a small subset of students who need extra help besides the assistance provided by the ITS instruction, and thus delivering more effective instruction".

Como podemos observar nas falas de Cooper, Nam e Si (2012), um Sistema de Tutor Inteligente (ITS) é um sistema computacional que fornece instruções personalizadas ou feedback para alunos sem muita intervenção de professores humanos.

> Um ITS pode permitir que os professores humanos se concentrem num pequeno subconjunto de alunos que necessitam de ajuda extra para além da assistência fornecida pela instrução do ITS, proporcionando assim um ensino mais eficaz. (Cooper, Nam e Si, 2012)

Portanto um tutor gerado por uma inteligência artificial pode ser utilizado 24 horas por dia. Isto traria diversos benefícios aos alunos, como por exemplo: mostrar passo a passo alguma operação que não tenha entendido direito, responder perguntas a qualquer horário do dia/noite. Portanto podemos utilizar a IA para que possa fornecer instrução individualizada que permitam a todos os alunos acessem o mesmo currículo com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizagem adaptadas às necessidades dos alunos, o que pode permitir que professores humanos se concentrem em um pequeno subconjunto de alunos que precisam de ajuda extra além da assistência fornecida pela instrução da IA, e, assim, fornecer instruções mais eficazes.

3 Método

Trata-se de uma pesquisa experimental, que tem como uma das etapas a revisão bibliográfica, que segundo Lakatos e Marconi (2017), consiste em uma síntese abrangente dos principais estudos previamente conduzidos, notáveis por sua relevância, pois são capazes de proporcionar informações atuais e significativas relacionadas ao tema. Portanto foi realizado um levantamento sobre as principais dificuldades dos estudantes em Equações Diferenciais, aos quais foram pesquisados em sites como Google Acadêmico, Scielo.br e buscas sobre Inteligência Artificial.

Ainda segundo Lakatos e Marconi (2017) a finalidade da pesquisa bibliográfica é estabelecer ao pesquisador uma interação direta com toda a documentação escrita, falada ou registrada em vídeo sobre um tema específico, abrangendo inclusive conferências seguidas por debates que tenham sido de alguma forma transcritos. Ela oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas em que os problemas não se cristalizaram suficientemente, conforme ensina Lakatos e Marconi (2017)

A aplicação de múltiplos métodos de pesquisa, distinto do método de abordagem, frequentemente envolve a utilização concomitante de métodos de procedimento. Isso é feito com o propósito de obter diversas perspectivas sobre o objeto de estudo. (Lakatos e Marconi, 2017).

Após a seleção, por conveniência, dos problemas relacionados a Equações Diferenciais, foram realizados estudos por Inteligências Artificiais que pudessem ser utilizado na proposta da pesquisa, sendo a mais adequada o ChatGPT.

Testes foram realizados para verificar se a Inteligência Artificial(ChatGPT)é eficaz, identificando algumas suas limitações na resolução de exercícios e eficiência no estudo, tanto sua versão gratuita 3.5 quanto sua versão paga 4.0 para no final poder apresentar o resultado final das vantagens e desvantagens da utilização da IA no processo de ensino aprendizagem em Equações Diferenciais.

A pesquisa foi delimitada no tema Equações Separáveis, pois segundo Lakatos e Marconi (2017) "delimitar a pesquisa é estabelecer limites para a investigação (...) afim de impedir que se torne ou muito extenso, ou muito complexo"

além de uma série de fatores, como meios humanos, econômicos e de exigüidade de prazo, que podem restringir o seu campo de ação.

4. Resultados

4.1 O uso do IA como ferramenta de ensino: vantagens e desvantagens

A partir deste momento, verificar-se-á quais são as vantagens e desvantagens observadas de utilizarmos o IA como uma ferramenta de ensino-aprendizagem em equações diferenciais.

Conforme abordou-se no tópico anterior, a primeira vantagem de utilizar o IA é usá-lo como um tutor de ensino individualizado, entretanto o mesmo possui uma desvantagem para estudos coletivos. Segundo Vacari (2021) a Inteligência Artificial tem apresentado resultados satisfatórios para impulsionar o ensino personalizado. Em outras palavras, quanto mais personalizado, mais eficazes são os resultados dos sistemas de IA. No entanto, adaptar esses sistemas para atender a um grupo de indivíduos que necessitam colaborar ainda representa um desafio significativo para a IA. Embora vários estudos acadêmicos tenham sido conduzidos nesse sentido, até o momento, não emergiu uma aplicação que tenha sido convincente.

Segundo Joyner (2023), o advento recente do ChatGPT[5] (e de seus concorrentes desenvolvidos por outras entidades) representa apenas mais um exemplo em uma extensa série de tecnologias que capacitam máquinas a realizar habilidades anteriormente exclusivas dos seres humanos,ou seja, podemos inferir que a Inteligência Artificial possa assumir este papel de tutor substituindo um professor convencional.

Segundo Joyner (2023) no momento em que essas ferramentas são introduzidas, é comum que os professores experimentem uma sensação de inquietação, pois as competências nas quais dedicaram sua atenção parecem, de

[5]ChatGPT é um modelo de linguagem desenvolvido pela OpenAI, baseado na arquitetura GPT (Generative Pre-trained Transformer). GPT é uma família de modelos de linguagem que utiliza uma abordagem de aprendizado de máquina chamada "pré-treino" para aprender padrões linguísticos a partir de grandes quantidades de dados antes de ser ajustado para tarefas específicas. (OPENAI, 2023)

repente, perder relevância. No entanto, ao longo do tempo, os currículos se ajustam para integrar a nova tecnologia, possibilitando que os alunos atinjam níveis de realização ainda mais elevados do que seriam capazes de alcançar ao executar as tarefas da nova ferramenta de forma independente

Como forma de mostrar que a IA pode ser utilizada como um tutor no processo de ensino aprendizagem, em anexo ao artigo, está o "Apêndice A - roteiro de Atividade", desenvolvido por um tipo de IA no caso o ChatGPT, onde o autor desenvolveu um roteiro simples de perguntas que pode ser utilizado pelo aluno para compreender assuntos e definições relacionados ao contexto de equações diferenciais, totalmente passível de adaptação de acordo com a necessidade do aluno, conforme as dúvidas do conteúdo forem surgindo.

Através da IA, o aluno pode solicitar ajuda para resoluções de integrais e derivadas ao qual ele possui dificuldade, usando-o como uma espécie de revisor de conteúdos de cálculo, ao qual segundo Dullius; Veit e Araújo (2013) é onde se encontra a maior dificuldade dos estudantes de equações diferenciais, conforme apresentado na sessão anterior.

O roteiro conforme apresentado no Apêndice A, é apenas um exemplo, de como a IA pode auxiliar o aluno, e o mesmo é totalmente adaptativo, devido a dúvida que um estudante possui, pode ser diferente do outro estudante.Além do mais a IA pode apresentar inúmeros exemplos diferentes e o exemplo que aparece para um estudante pode ser diferente para o outro.

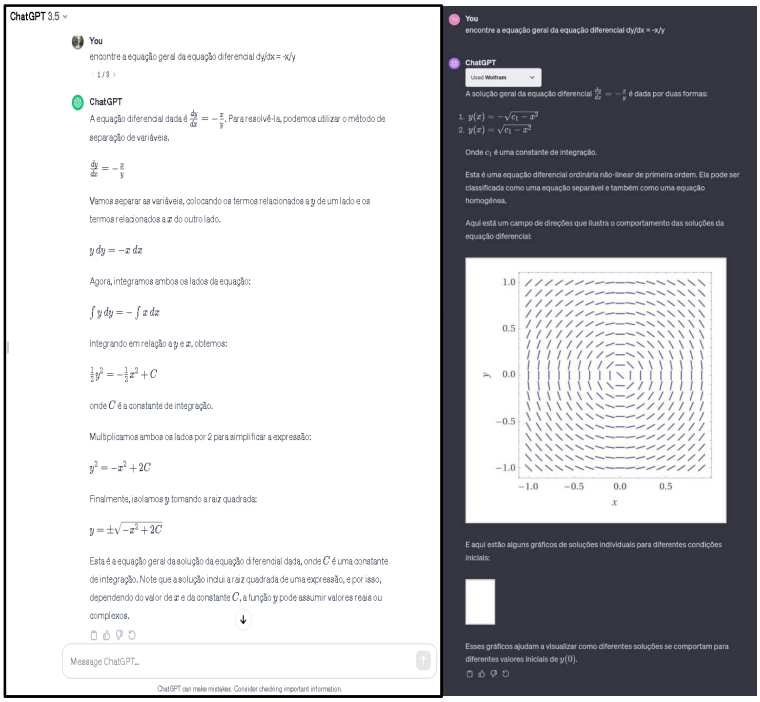
A decisão de utilizar o ChatGPT ou qualquer outra ferramenta de auxílio para resolver cálculos depende do contexto e dos objetivos de aprendizado. Há vários caminhos para se resolver um problema proposto de EDO, chegando a uma única resposta correta, pois a abordagem ideal pode variar de acordo com as circunstâncias e as necessidades individuais do aluno.

Na Figura 1. a seguir, utilizamos o ChatGPT 3.5 e ChatGPT 4.0 (versão gratuita e paga) para resolver uma equação diferencial separável[6] através do comando: "encontre a equação geral da equação diferencial dy/dx = -x/y"a pergunta foi realizada nas duas plataformas. No teste realizado, a IA conseguiu resolver facilmente as equações diferenciais, levando em consideração que eram de simples

[6]Equação Diferencial Separável é qualquer equação diferencial que podemos escrever da seguinte forma: N(y)dy = M(x)dx mais informações vide Apêndice A.

solução $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y}$, enquanto no primeiro exemplo, o ChatGPT 3.5 deu mais detalhes, enquanto sua versão paga ChatGPT 4.0 apresentou apenas o resultado e a parte visual, caso solicitado, também poderia mostrar as etapas, vale ressaltar que caso o aluno tenha qualquer dificuldade em entender algum passo a passo, o estudante pode solicitar a IA *feedback* e demais explicações a respeito, para que não fique nenhuma dúvida sobre a resolução.

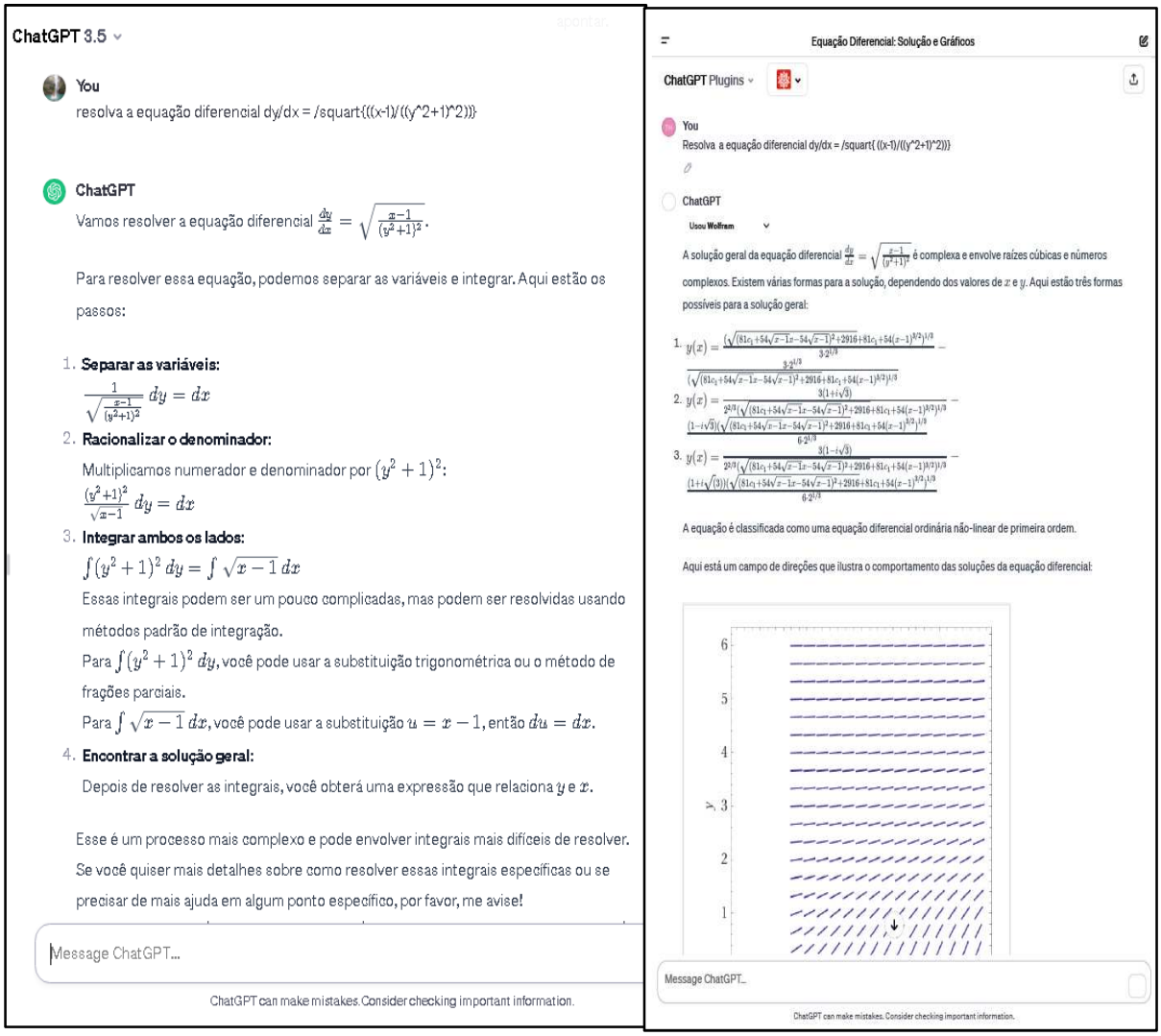
Figura 1: Resolução da equação diferencial $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y}$à esquerda versão 3.5 e a direita versão 4.0



Fonte: https://chat.openai.com/

Continuamos a realização dos testes, a fim de verificar o quão eficiente é o ChatGPT 3.5e ChatGPT 4.0 na resolução de equações diferenciais, e descobrimos uma certa defasagem na IA, pois a mesma possui dificuldade em realizar manobras algébricas, o que pode ocasionar a resolução incorreta da equação geral, fato que aconteceu na figura 2 apresentado a seguir, onde foi solicitado a equação geral de uma equação a partir da seguinte pergunta: "resolva a equação diferencial dy/dx = /squart{((x-1)/((y^2+1)^2))}".

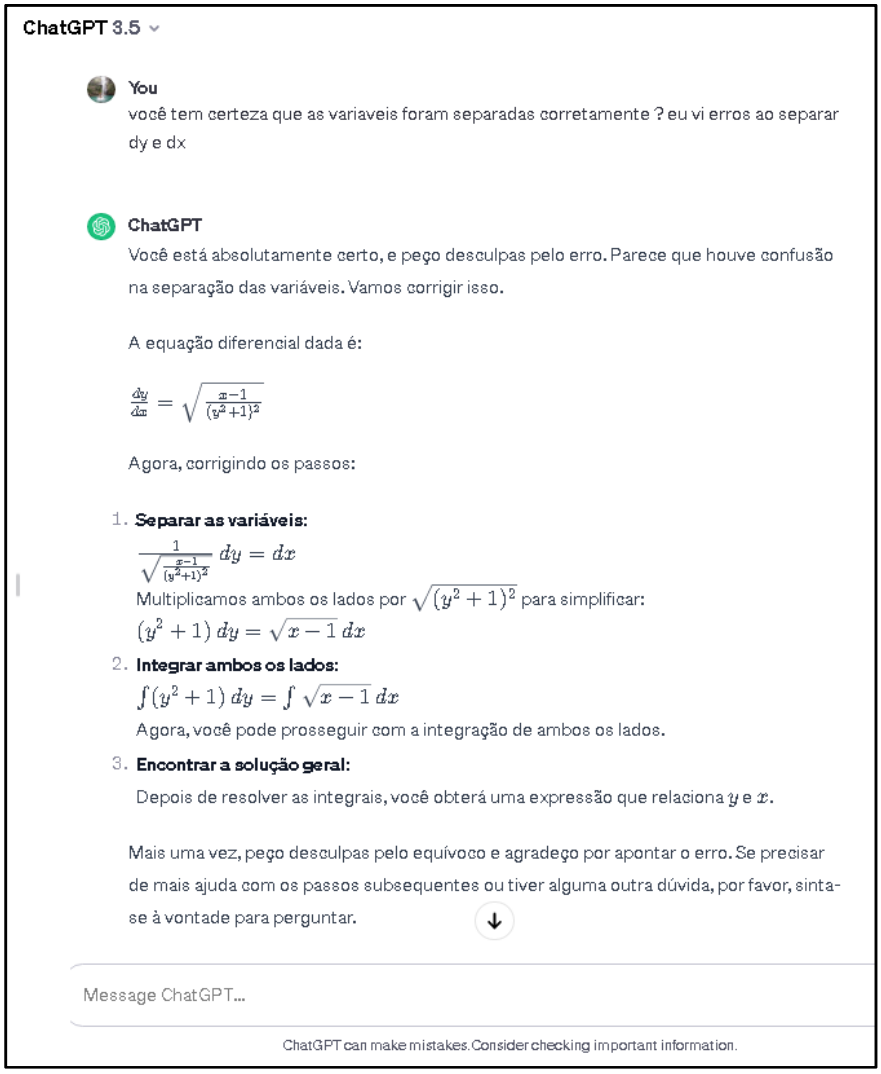
Figura 2: Resolução da equação diferencial $\frac{dy}{dx} = \sqrt[2]{\frac{x-1}{(y^2+1)^2}}$ à esquerda versão 3.5 à direita versão 4.0



Fonte: https://chat.openai.com/

Conforme pode ser observado no passo 3 da figura 2, o ChatGPT 3.5 cometeu um erro ao não remover o elevado ao quadrado de $(y^2+1)^2$, após retirá-la da raiz quadrada. Já a versão ChatGPT 4.0 cometeu erros diferentes que não foram possíveis a sua identificação, pois precisaríamos de mais detalhes de cada passo a passo. Portanto a partir desse momento continuamos os testes somente com a versão ChatGPT 3.5 deixando um estudo mais aprofundado da versão ChatGPT 4.0 para trabalhos futuros. Questionamos na versão 3.5 à Inteligência Artificial se as variáveis dy e dx foram separadas corretamente, através da seguinte pergunta: "você tem certeza que as variáveis foram separadas corretamente? eu vi um erro ao separar dy e dx", confira o resultado na figura 3 a seguir.

Figura 3: correção erro na resolução da equação diferencial $\frac{dy}{dx} = \sqrt[2]{\frac{x-1}{(y^2+1)^2}}$ versão 3.5

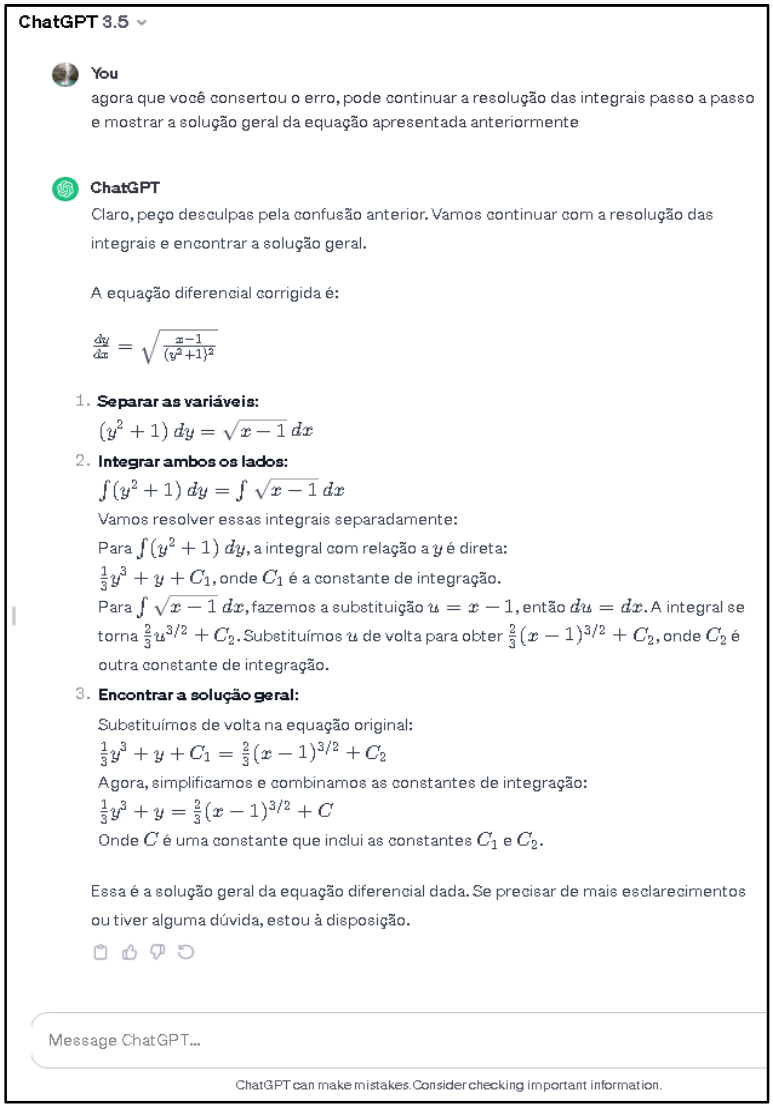


Fonte: https://chat.openai.com/

Após os questionamentos a IA pediu desculpas e conseguiu corrigir o erro apresentando uma nova solução correta, entretanto devido à restrição de quantidade de caracteres, não foi possível apresentar a solução completa, fazendo com que a IA apenas mostrasse apenas o que deveria ser feito após aquele passo.

Como o objetivo é encontrar a solução geral, foi solicitado a IA que continuasse a resolução a partir do ponto onde a IA havia corrigido, através da seguinte pergunta: "agora que você consertou o erro, pode continuar a resolução das integrais passo a passo e mostrar a solução geral da equação apresentada anteriormente". Vejamos a resposta na figura 4, onde a IA conseguiu continuar a resolução e apresentar a resposta correta.

Figura 4: Continuação - resolução correta da equação diferencial $\frac{dy}{dx} = \sqrt[2]{\frac{x-1}{(y^2+1)^2}}$ versão 3.5



Fonte: https://chat.openai.com/

Após os diversos estudos e testes realizados com a Inteligência Artificial (ChatGPT 3.5 e 4.0), podemos inferir que a IA pode ser utilizada como um professor tutor de Equações Diferenciais. Ainda que apresente algumas falhas, elas podem ser corrigidas, e conforme Joyner (2023) da mesma forma que os estudantes foram instruídos a utilizar mecanismos de busca para identificar fontes online confiáveis e integrar informações provenientes de diversas referências, os alunos agora podem ser ensinados a avaliar as informações geradas por um agente de IA. Eles devem compreender os equívocos comuns que essa ferramenta pode incorrer e corrigi-los devidamente em suas entregas finais.

Joyner (2023) afirma que um iniciante pode não ser capaz de identificar imediatamente um erro em uma resposta automatizada, no entanto, o papel do professor pode ser o de instruí-lo a reconhecer os tipos de equívocos que o agente possivelmente cometerá e como seguir em frente e confirmar as informações que receber.

Os testes com o ChatGPT 3.5 e 4.0 revelaram eficácia na resolução de equações diferenciais simples e a depender do conhecimento do estudante em relação às habilidades inerentes às Equações Diferenciais Ordinárias, mas apresentaram limitações em manobras algébricas mais complexas. Entretanto a IA mostrou-se capaz de corrigir erros quando questionada e forneceu soluções precisas após essas correções.

O apêndice 1 com um roteiro de atividade desenvolvido pela IA, demonstrou sua capacidade adaptativa para auxiliar alunos nas equações diferenciais, enfatizando a importância da decisão de usar a IA dependendo do contexto e dos objetivos de aprendizado.

Após o estudo realizado veja a seguir no Quadro 1. das vantagens e desvantagens da utilização da IA em Equações Diferenciais ao qual foi objeto da pesquisa.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens da utilização da IA em ED

Vantagens	Desvantagens
A IA apresenta certa eficiência quando se trata de estudo individualizado. Quanto mais personalizados, mais eficazes podem ser os resultados da IA.	Para estudo coletivo a IA possui uma certa defasagem. Embora vários estudos acadêmicos tenham sido conduzidos nesse sentido, até o momento, não emergiu uma aplicação que tenha sido convincente.
Podemos utilizar a IA como um professor tutor.	O uso excessivo da IA pode levar à falta de interação pessoal entre alunos e professores, o que é importante para o aprendizado, bem como pode induzir o desenvolvimento de conceitos errados
A IA consegue resolver equações diferenciais de fácil resolução.	Equações que necessitam de manobras algébricas a IA possui dificuldade e pode apresentar erros.

Feedback imediato e acessibilidade, a IA permite acesso ao conteúdo de qualquer lugar e a qualquer momento.	Dependência tecnológica, risco de falhas nos sistemas ou interrupções na conectividade.

Fonte: Dos autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A IA, exemplificada pelo ChatGPT, pode desempenhar um papel significativo como tutor no processo de ensino-aprendizagem de Equações Diferenciais. No entanto, é essencial que os alunos sejam instruídos a avaliar criticamente as informações geradas pela IA, compreendendo seus possíveis equívocos. A interação pessoal entre alunos e professores não deve ser negligenciada, e o uso consciente da IA na educação matemática pode oferecer benefícios significativos, desde que suas limitações sejam reconhecidas, destacando a importância de integrar a IA de maneira equilibrada no ensino de Equações Diferenciais, visando maximizar os benefícios enquanto minimiza os desafios. Os problemas de Equações diferenciais de simples resolução foram resolvidas pela Inteligência Artificial de maneira satisfatória, porém, as questões que envolvem maior complexidade apresentavam erros algébricos, que, quando questionados, tendo em vista que a ferramenta escolhida como teste, o Chat Gpt, funciona como sendo uma conversa virtual. Esses erros foram percebidos tanto na versão 3.5 como na versão 4 do software. Porém, ocorrendo a orientação, por parte do professor, a tratar a informação, a Inteligência Artificial pode se tornar um importante aliado no estudo de Equações Diferenciais.

REFERÊNCIAS

BOUCHER, Philip Nicholas. Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?. 2020. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU(2020)641547_EN.pdf>. Acesso em: 15 de dez. 2023.

Boyce, William E; DIPRIMA, Richard C; MEADE, Douglas B. Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno. 11. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2020.

COOPER, Stephen; NAM, Yoon Jae; SI, Luo. Initial results of using an intelligent tutoring system with Alice. In: Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education. 2012. p. 138-143. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2325296.2325332>. Acesso em 09 de nov. 2023.

DULLIUS, Maria Madalena; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Dificuldades dos alunos na aprendizagem de Equações Diferenciais Ordinárias. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 6, n. 2, p. 207-228, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170820>. Acesso em 10 de nov. 2023.

EVANGELISTA, Tatiane da Silva; OLIVEIRA, Leonardo; SALES, André Barros de. Aprendo, aplicativo de celular para melhorar a aprendizagem de equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem. Revista Internacional de Educação Superior, v. 8, 2022. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/riesup/v8/2446-9424-riesup-8-e022011.pdf>. Acesso em 20 de nov. 2023

GARCIA, Ana Cristina. Ética e inteligência artificial. Computação Brasil, n. 43, p. 14-22, 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/comp-br/article/view/1791/1625>. Acessado em: 15 de dez. 2023

HERNANDES, Raphael. O que você precisa saber sobre ChatGPT, OpenAI e inteligência artificial na linguagem. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/tec/2023/02/o-que-voce-precisa-saber-sobre-chatgpt-openai-e-inteligencia-artificial-na-linguagem.shtml>. Acesso em 24 de jun. 2023.

JOYNER, David A. **ChatGPT in Education**: Partner or pariah?. The ACM Magazine for StudentsVolume 29, 12 April 2023, pp 48–51. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3589651>. Acesso em 26 de maio 2023.

LAKATOS, Eva M; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em:<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7237618/mod_resource/content/1/Marina%20Marconi%2C%20Eva%20Lakatos_Fundamentos%20de%20metodologia%20cient%C3%ADfica.pdf>. Acesso em: 16 de set. 2023.

LI, Tian; WU, Xuan. Proceedings of the 6th International Conference on Education Reform and Modern Management (ERMM 2021) Publicado em 14 maio de 2021. . Disponível em: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/ermm-21/125956541>. Acesso em 26 de maio 2023.

MATOS, AVANI BARRETO. DIDÁTICA NA MATEMÁTICA. GESTÃO & EDUCAÇÃO, v. 6, n. 02, p. 17 a 24-17 a 24, 2023.

OpenAI. Resposta do assistente de IA desenvolvido pela OpenAI. Data de conversa: 28 de maio de 2023. Disponível em: [https://chat.openai.com/].

PADRÃO, Márcio. Inteligência Artificial: o que é, como funciona e exemplos. Disponível em: <https://www.terra.com.br/byte/inteligencia-artificial-o-que-e-como-funciona-e-exemplos,2c5037eaa086d6df5c474780c448caa3iaz4kiac.html>. Acesso em 19 de jul. 2023.

SILVA, Alessandro Rosa et al. Uma proposta de ensino de equações diferenciais em cursos de Engenharia Civil à luz da teoria a matemática no contexto das ciências. 2022.

STOCK, Lucas. ChatGPT revolucionará o ensino em universidades e escolas? Publicado em 20 de jan de 2023. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/chatgpt-revolucionar%C3%A1-o-ensino-em-universidades-e-escolas/a-64470992>. Acesso em 26 de maio 2023.

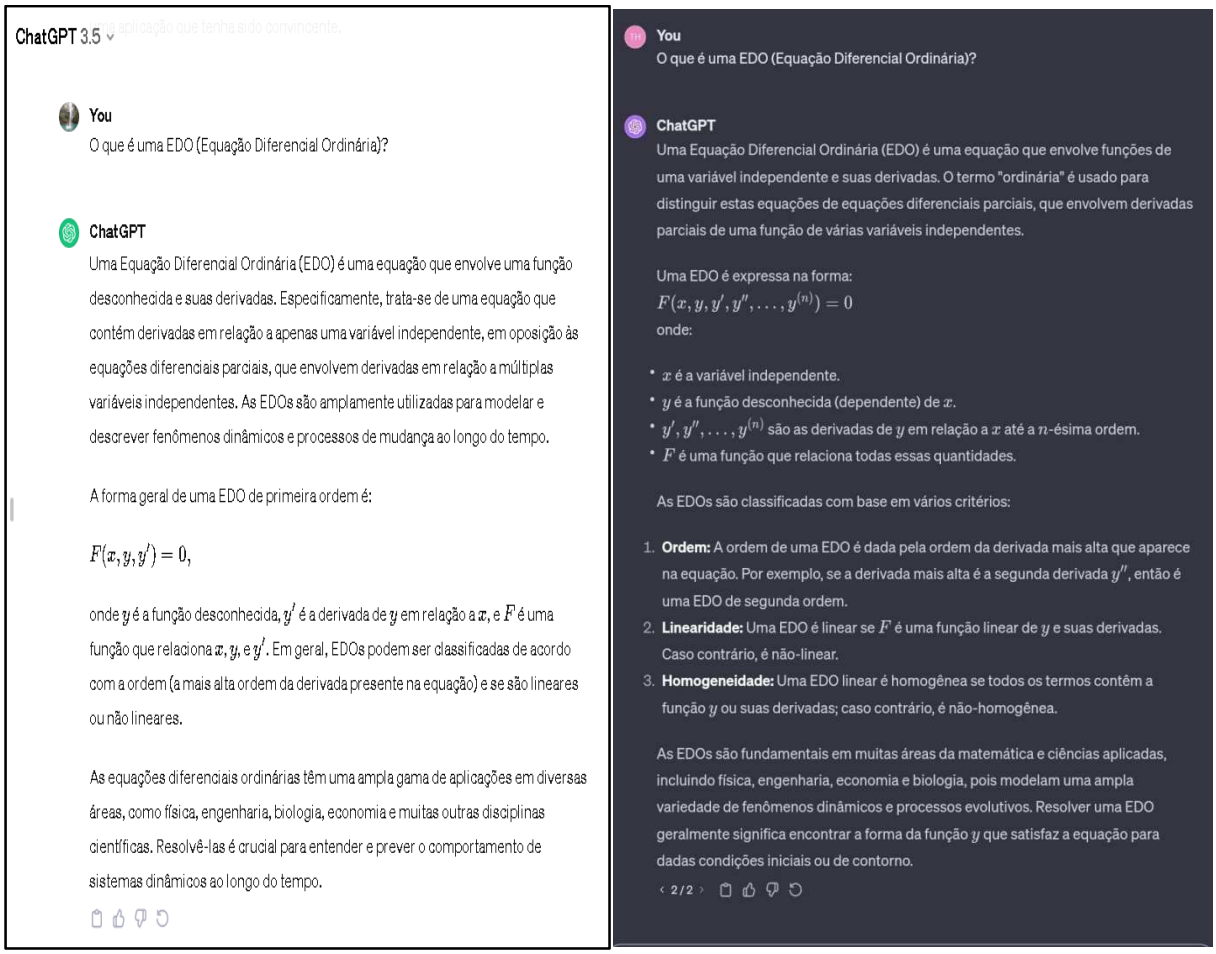
VACARI, Rosa Maria. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ea/a/VqyZbNzYfnCJ8s8Psft4jZf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 de set. 2023.

APÊNDICE A — ROTEIRO DE ATIVIDADE

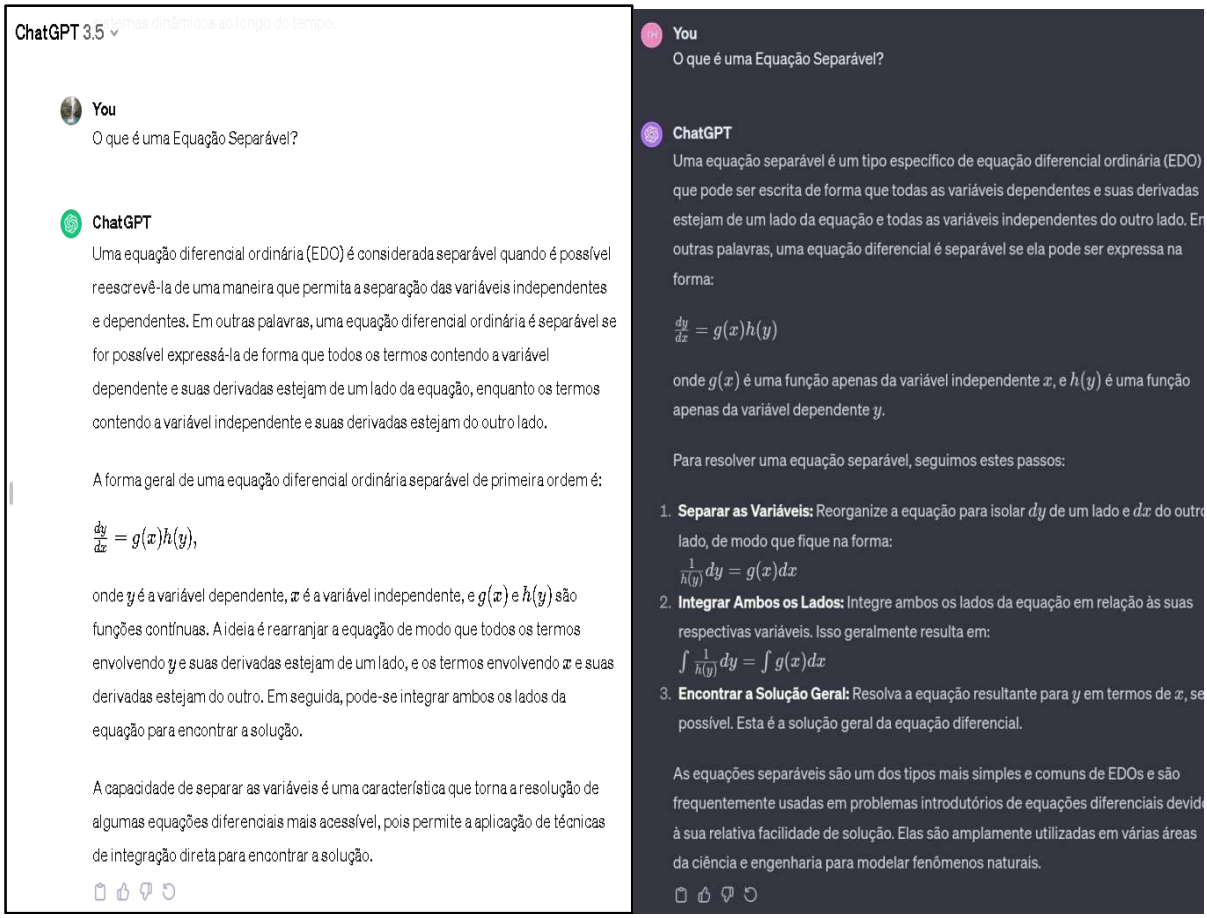
<table>
<tr><td colspan="2">Roteiro</td></tr>
<tr><td>Perguntas</td><td>Conhecimento ao qual pretende adquirir</td></tr>
<tr><td>1º passo - O que é uma EDO (Equação Diferencial Ordinária)?</td><td>Espera-se que o aluno entenda seu principal conceito.</td></tr>
<tr><td>2º passo - O que é uma Equação Separável?</td><td>Entender o conceito de uma equação separável.</td></tr>
<tr><td>3º passo - Solicitar exemplos simples; ou</td><td rowspan="2">Solicitar exemplos simples ou complexo, de acordo com o nível de aprendizagem do aluno.</td></tr>
<tr><td>4º passo - solicitar exemplos mais complexos.</td></tr>
<tr><td>5º passo - solicitar exercício com números e todos os passo a passos bem detalhado.</td><td>Nesse momento o aluno tem uma explicação mais detalhada onde ele pode acompanhar e pedir mais detalhes do que acontece em cada passo a passo da resolução proposta pela IA, questionar e realizar perguntas</td></tr>
<tr><td>6° passo - solicitar explicações em algo passo a passo que não tenha entendido.
A qualquer momento o aluno poderá incluir novas perguntas que sinta necessidade, inclusive solicitar ajuda para entender a resolução de alguma derivada.</td><td>O aluno pode perguntar sobre algum conceito, variável que não tenha entendido, e solicitar melhores explicações.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observação: As imagens a seguir apresenta apenas os passos 1 ao passo 3</td></tr>
</table>

Passo 1 - Resposta da IA ChatGPT 3.5 à esquerda e ChatGPT 4.0 à direita



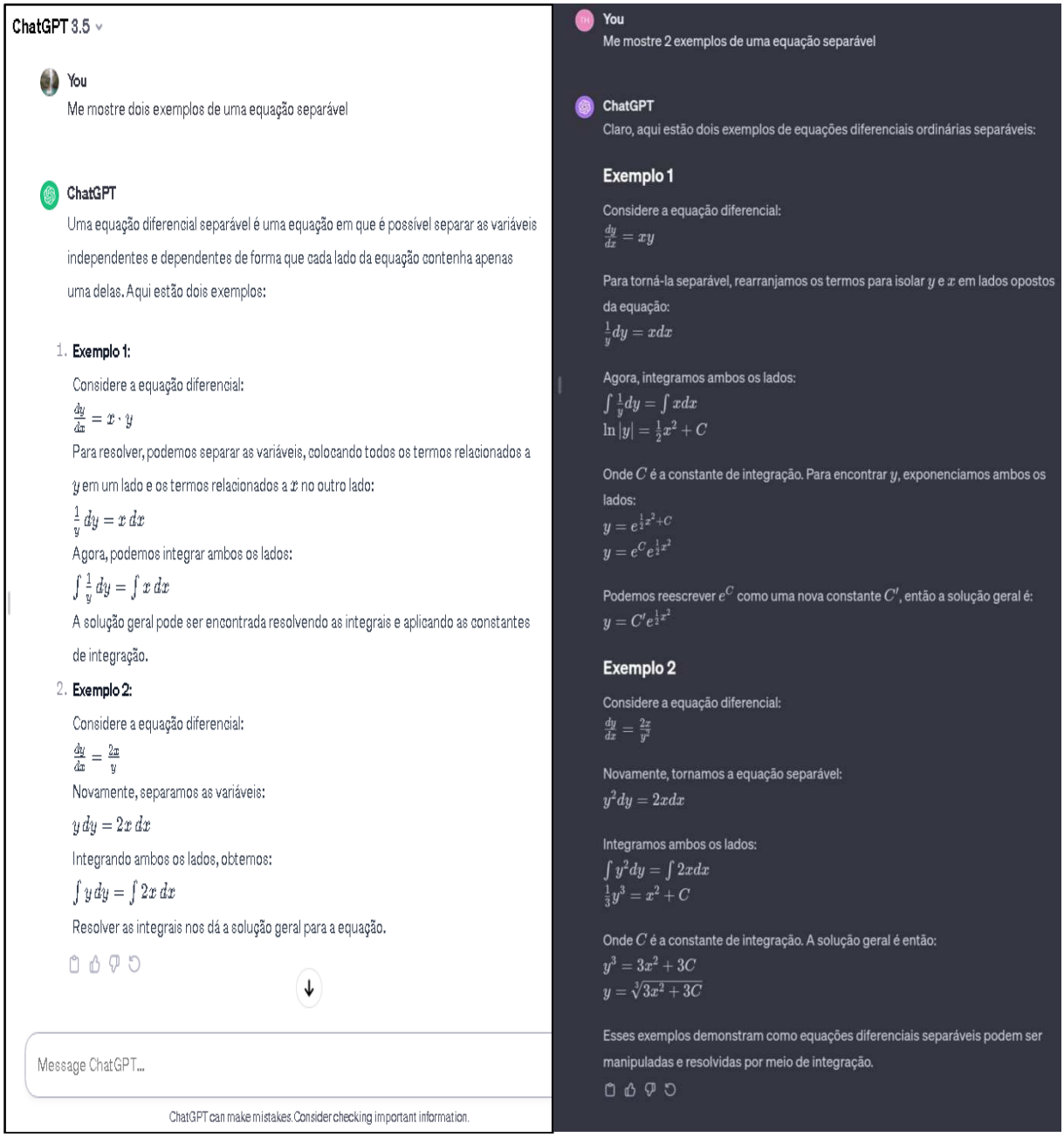
Fonte: https://chat.openai.com/

Passo 2 - Resposta da IA ChatGPT 3.5 à esquerda e ChatGPT 4.0 à direita



Fonte: https://chat.openai.com/

Passo 3 - Resposta da IA ChatGPT 3.5 à esquerda e ChatGPT 4.0 à direita



Fonte: https://chat.openai.com/