

Ensino de Equações Diferenciais Ordinárias Integrado ao ChatGPT: reflexões, desafios e potencialidades

Teaching Ordinary Differential Equations with ChatGPT: reflections, challenges, and potential

Enseñanza de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Vinculada al ChatGPT: reflexiones, desafíos y potencialidades

Arthur Medeiros Barros  0000-0003-0123-9147

UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: Arthur.m.barros@unesp.br

Maria Teresa Zampieri  0000-0002-6656-2538

UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: mt.zampieri@unesp.br

Marta Cilene Gadotti  0000-0002-1971-8632

UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: mc.gadotti@unesp.br

Kauan Queiroz da Silva  0009-0003-1216-6040

UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: kauan.queiroz@unesp.br

Resumo: O presente trabalho investiga a integração da Inteligência Artificial (IA), especificamente do ChatGPT, ao processo de ensino e aprendizagem de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) em um curso de graduação em Matemática. Fundamenta-se na perspectiva dos seres-humanos-com-mídias e da experimentação-com-tecnologia, com o objetivo de discutir como estudantes experimentam com o ChatGPT na resolução de uma tarefa sobre EDO. Adotou-se uma abordagem qualitativa, baseada na análise de registros escritos e de discussões em áudio e vídeo de quatro estudantes durante uma atividade prática de duas horas, na qual utilizaram o ChatGPT e a plataforma Google Colab. Os resultados indicam que, embora o ChatGPT apresente limitações na interpretação de matrizes e em cálculos algébricos, sua utilização favorece a reflexão e a construção coletiva do conhecimento. Conclui-se que a IA, quando mediada pelo professor, não substitui o pensamento humano, mas potencializa a análise crítica.

Palavras-chave: Educação Matemática; Tecnologias Digitais; Produção do conhecimento; Experimentação-com-tecnologia; Ensino Superior.

Abstract: This study investigates the integration of Artificial Intelligence (AI), specifically ChatGPT, into the teaching and learning process of Ordinary Differential Equations (ODE) in an undergraduate Mathematics course. It is grounded in the theoretical perspectives of humans-with-media and experimentation-with-technology, aiming to discuss how students experiment with ChatGPT while solving a task involving ODE topics. A qualitative approach was adopted based on the analysis of written records and audio-video discussions involving four students during a two-hour practical activity, in which they used ChatGPT and the Google Colab platform. The results indicate that, although ChatGPT presents limitations in matrix interpretation and algebraic calculations, its use promotes reflection and the collective construction of knowledge. It is concluded that AI, when critically mediated by the teacher, does not replace human thinking but enhances critical analysis.

Keywords: Mathematics Education; Digital Technologies; Knowledge Production; Experimentation-with-Technology; Higher Education.

Resumen: Este trabajo investiga la integración de la Inteligencia Artificial (IA), específicamente ChatGPT, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) en un curso de grado en Matemáticas. Se fundamenta en las perspectivas teóricas de seres-humanos-con-medios y experimentación-con-tecnología, con el objetivo de analizar cómo los estudiantes experimentan con ChatGPT al resolver una tarea sobre EDO. Se adoptó un enfoque cualitativo basado en el análisis de registros escritos y discusiones en audio y video de cuatro estudiantes durante una actividad práctica de dos horas, en la que utilizaron ChatGPT y la plataforma Google Colab. Los resultados indican que, aunque ChatGPT presenta limitaciones en la interpretación de matrices y en los cálculos algebraicos, su uso favorece la reflexión y la construcción colectiva del conocimiento. Se concluye que la IA, cuando es mediada críticamente por el profesor, no sustituye el pensamiento humano, sino que potencia el análisis crítico.

Palabras clave: Educación Matemática; Tecnologías Digitales; Producción del Conocimiento; Experimentación-con-Tecnología; Educación Superior.

1 Considerações Iniciais

Nas últimas décadas, a Educação Matemática tem sido amplamente estudada, com investigações voltadas para metodologias alternativas que promovam a autonomia dos estudantes. Entre essas abordagens, destaca-se a incorporação das Tecnologias Digitais (TD), em práticas pedagógicas, transformando os processos de ensino e aprendizagem, como apontam diversas pesquisas ao longo dessa trajetória (Azevedo; Maltempi, 2023; Borba; Pentead, 2010; Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020; Valente, 1998). Diante desse cenário e das contínuas transformações nas interfaces tecnológicas (Lévy, 1993), torna-se fundamental que as pesquisas em Educação Matemática continuem se debruçando sobre a produção de conhecimento com as TD, tecendo compreensões sobre transformações qualitativas na reorganização do pensamento a partir da interação com mídias contemporâneas, e no caso do presente artigo, focalizamos a produção de conhecimento sobre tópicos de EDO com o ChatGPT, no contexto da graduação em Matemática.

As transformações sociais recentes também trazem novas maneiras de compreender o mundo, impactando diretamente a educação e as formas como os estudantes aprendem, uma vez que estão imersos em um contexto em constante evolução. Santos, Sant’Ana e Sant’Ana (2023, p. 02) destacam que “o ensino da matemática vivencia ao longo do tempo um processo de transformação inerente ao mundo em movimento e renovação”. Essas mudanças tornam-se especialmente evidentes com a crescente integração de recursos e mídias digitais no ensino da Matemática (Santos; Sant’Ana; Sant’Ana, 2023).

Nesse sentido, Lévy (1993, p. 5) rejeita a ideia de que a tecnologia seja "neutra" e argumenta que a informatização "participa ativamente na transformação da subjetividade humana", assumindo um papel central nas dinâmicas cognitivas e culturais. De forma semelhante, Maltempi, Javaroni e Borba (2011, p. 46) enfatizam que “[...] a tecnologia não é neutra e modifica a dinâmica do ensino e da aprendizagem”. Essas perspectivas reforçam a necessidade de repensar as práticas docentes que envolvem o uso de tecnologias no ensino.

A inserção da inteligência artificial (IA) no cotidiano, especialmente no âmbito educacional, demanda uma análise criteriosa de suas potencialidades e desafios. Recursos como o ChatGPT, amplamente acessíveis a professores e estudantes, representam oportunidades para repensar as práticas pedagógicas, mas também impõem questionamentos sobre seu impacto no ensino. Investigar como essas tecnologias se integram à dinâmica em sala de aula torna-se, portanto, essencial. Nesse sentido, Santos, Sant’Ana e Sant’Ana (2023, p. 03) alertam que

“ignorar essa situação não é uma opção interessante”, reforçando a necessidade de uma investigação.

Ao considerar a integração da IA ao ensino, é relevante compreender o que caracteriza a Inteligência Artificial, sendo essa um campo da ciência da computação dedicado à criação de máquinas capazes de imitar a cognição humana (Deng; Lin, 2023). Deng e Lin (2023, p. 81) explicam que “os sistemas de IA são projetados para aprender com o ambiente e tomar decisões com base nos dados recebidos”. Nesse contexto, o ChatGPT, um chatbot de IA desenvolvido pela OpenAI, destaca-se como um recurso flexível e competente na realização de cálculos matemáticos (Souto; Cunha; Borba, 2025). Lima (2023) ressalta que, ao receber uma pergunta, a tecnologia elabora respostas com base em um vasto conjunto de informações disponíveis, utilizando fontes como artigos e documentos, visando gerar respostas precisas. Contudo, o autor alerta para os desafios relacionados à integridade acadêmica e à responsabilidade dos estudantes na pesquisa e na seleção de informações (Lima, 2023, p. 02).

Diante desse panorama, a presente pesquisa tem como objetivo discutir a experimentação com o ChatGPT¹ por estudantes na resolução de tarefas de EDO. A questão de pesquisa que orienta este estudo é: Como os estudantes utilizam a inteligência artificial para a resolução de Equações Diferenciais Ordinárias?

2 Compreendendo o ChatGPT

O ChatGPT é um sistema de inteligência artificial generativa desenvolvido pela OpenAI, baseado em modelos de linguagem de grande porte, capaz de compreender comandos em linguagem natural e gerar respostas textuais a partir dos padrões identificados durante seu treinamento (Deng; Lin, 2023; OpenAI, 2025). No contexto educacional, sua utilização tem despertado interesse por possibilitar interações que envolvem explicações, resolução de problemas, elaboração de textos e apoio à aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento.

Atualmente, o ChatGPT disponibiliza diferentes versões do modelo, com capacidades distintas de processamento e geração de respostas. De modo geral, as versões mais recentes apresentam maior precisão na interpretação de comandos complexos e na elaboração de respostas mais consistentes quando comparadas às versões anteriores (OpenAI, 2025). “Realizamos avanços significativos na redução de alucinações, no aprimoramento do seguimento de instruções e na minimização da complacência (sycophancy)”. (OpenAI, 2025, p.4 traduções nossa)².

¹ Usamos em toda a pesquisa a versão do ChatGPT 4.

² “We’ve made *significant advances in reducing hallucinations, improving instruction following, and minimizing sycophancy.*” (Openai, 2025, p. 4).

Entretanto, embora apresente tais avanços e potencial para apoiar processos de ensino e aprendizagem, suas respostas podem conter imprecisões ou informações incorretas, exigindo do usuário uma postura crítica para analisá-las e validá-las.

Segundo Deng e Lin (2023, p. 82), o ChatGPT é capaz de ajustar suas respostas ao longo da interação, favorecendo diálogos mais coerentes com o contexto apresentado pelo usuário. Essa característica amplia suas possibilidades de utilização em ambientes educacionais, desde que seu uso seja acompanhado de mediação pedagógica e análise crítica. Nesse sentido, Souto, Cunha e Borba (2025, p. 16; p. 38) destacam que a participação das Inteligências Artificiais Generativas na Educação Matemática tem provocado transformações nos processos de ensino e aprendizagem, ampliando as possibilidades de interação entre estudantes, professores e tecnologias.

3 Equações e ChatGPT: Uma Parceria

Antes de iniciar a presente seção, vale pontuar que concordamos com a visão de Lopes e Borba (2024, p.14) que compreendem “que IA é uma ferramenta poderosa que pode apoiar o aprendizado, mas não substitui a necessidade de professores e de ensino de qualidade”. Do mesmo modo que não substitui o pensamento humano, Tikhomirov (1981) aponta que, embora os computadores sejam capazes de resolver problemas, seus processos de operação são totalmente distintos dos humanos, uma vez que eles não têm a capacidade de atribuir significados e valores subjetivos.

Nesse sentido, ao discutirem as diferentes concepções de IA, dentro dos campos da Filosofia e da Ciência Cognitiva. Rodrigueiro et al. (2025, p.23) enfatizam “a importância de interpretar os vieses (bias) ao utilizá-la, pois sua base de dados corresponde a interpretações de quem cria o algoritmo. A IA faz relações conforme a base de dados que recebe [...]”, e por isso, segundo as autoras, não pode ser compreendida como neutra, pois caso contrário, a partir da interação social, desenvolveria características humanas, recaindo “na crença de que podemos ser substituídos” (Rodrigueiro et al., 2025, p.23).

Assim, a visão compartilhada por Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Villarreal (2005) é a de que a tecnologia não substitui, nem substituirá, o pensamento humano. Dessa forma, as mídias oferecem o suporte para que a atividade mental se processe sob novas dinâmicas, reestruturando a forma como o sujeito percebe e organiza a realidade. Nesse sentido, estamos falando de uma forma de pensar mediada pela tecnologia, uma prática coletiva e dos "coletivos pensantes" descritos por Lévy (1993), além do conceito de "seres-humanos-com-mídias" de Borba e Villarreal (2005). Diante disso, o pensamento coletivo dos estudantes com a TD e com tudo o

que os cercam, faz com que sobressaia o conceito de experimentação-com-tecnologia (Borba; Villarreal, 2005) que segundo Zampieri (2018, p. 65):

Experimentação-com-tecnologia é muito mais do que um simples apertar de teclas no computador, ou na calculadora científica gráfica, ou na calculadora gráfica. Ou seja, para eles, este apertar de teclas deve estar vinculado ao levantamento de conjecturas, com suas validações, com a coordenação de representações múltiplas, e com outra maneira de realizar tentativas e erros)

Dessa forma, a autora sinaliza que essa interação permite reformulações, suscita dúvidas e curiosidades e, por meio do feedback dado pelas mídias durante a experimentação, incentiva um processo exploratório e o engajamento.

Nesse sentido, a integração entre a inteligência artificial na abordagem de tópicos de Equações Diferenciais Ordinárias não deve ser vista apenas como uma automatização da resolução de uma dada tarefa, mas como um meio de potencializar a experimentação e a construção do conhecimento. No contexto da experimentação-com-tecnologia (Borba; Villarreal, 2005), o ChatGPT pode ser compreendido como uma mídia digital que atua como artefato mediador das possibilidades de exploração. Dessa forma, a interface da IA permite que os estudantes testem diferentes abordagens, verifiquem conjecturas e visualizem múltiplas representações das soluções. Esse processo dinâmico de tentativa, erro e refinamento de hipóteses caminha exatamente na direção do que os autores preconizam sobre a geração de conjecturas por meio da investigação mediada por mídias (Borba; Villarreal, 2005). Esse processo, entretanto, não ocorre de forma isolada, mas dentro de uma dinâmica coletiva, na qual a interação entre estudantes, professor e tecnologia contribui para uma reorganização do pensamento matemático (Borba; Villarreal, 2005). Assim, ao invés de simplesmente fornecer respostas prontas, a IA pode ser utilizada estrategicamente para fomentar o questionamento, a análise crítica e o refinamento das soluções.

Os cursos de Equações Diferenciais, em geral, dão prioridade à obtenção de soluções algébricas (Javaroni, 2008). Essa abordagem, conforme apontado pela autora, pode levar os estudantes a memorizarem fórmulas sem compreender os conceitos fundamentais subjacentes. Nesse contexto, o ChatGPT torna-se um artefato importante, pois permite a exploração, a partir de prompts, e a visualização de soluções por meio de representações gráficas. Além disso, a integração entre álgebra e visualização gráfica possibilita um aprofundamento na compreensão dos conceitos, ao mesmo tempo em que fomenta questionamentos acerca do comportamento das soluções, suas aplicações em situações reais e até mesmo conceitos abstratos, como convergência para pontos fixos ou tendência ao infinito.

Portanto, o ensino de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) pode ser enriquecido por uma abordagem experimental que incorpora a TD, proporcionando aos estudantes uma

experiência mais dinâmica e engajante (Laudares; Furletti; Reis, 2019). Assim, um exemplo prático seria a construção, análise de campos de direções e parâmetros utilizando IA para criar representações visuais de curvas, resolução de modelos, reformulações e debates com a turma. Dessa maneira, esses artefatos não apenas podem contribuir com a interpretação dos fenômenos descritos pelas EDO, como também podem ampliar a compreensão prática dos conceitos matemáticos (Laudares; Furletti; Reis, 2019).

Nesse sentido, Maltempi, Javaroni e Borba (2011) destaca a possibilidade de utilizar softwares gráficos para esboçar campos de direções e programas algébricos para calcular soluções de EDO, permitindo comparações entre diferentes representações. Nesse contexto, o ChatGPT disponibiliza recursos que permitem a resolução e a visualização gráfica de EDO. Embora não tenha sido desenvolvido especificamente para o ensino de Equações Diferenciais Ordinárias, sua capacidade de seguir instruções complexas e auxiliar na resolução de problemas matemáticos permite que seja empregado na construção e interpretação de campos de direções quando orientado por prompts adequados (Openai, 2025, p. 4).

Assim, a integração do ChatGPT na exploração de tópicos de Equações Diferenciais Ordinárias pode favorecer uma abordagem pedagógica que conecta teoria, visualização e experimentação, possibilitando a construção de significados pelos estudantes.

4 Considerações Metodológicas

O presente trabalho adota uma abordagem qualitativa de pesquisa, fundamentada nas diretrizes propostas por Borba, Almeida e Gracias (2019) e Borba e Araújo (2020). Esses autores destacam que a abordagem qualitativa produz informações de natureza descritiva, valorizando os significados atribuídos pelos participantes às suas ações e interações ao longo da investigação.

A atividade analisada neste artigo integra uma pesquisa de mestrado³, desenvolvida com estudantes matriculados na disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias, componente curricular do quarto ano dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma universidade pública do estado de São Paulo. A turma era composta por 12 estudantes, que participaram das atividades propostas durante encontros com duração de aproximadamente duas horas.

Embora o trabalho de campo de pesquisa mais amplo⁴ tenha sido organizado em três experimentações, neste artigo são analisados dados provenientes da segunda experimentação, voltada à exploração de sistemas de Equações Diferenciais Ordinárias com o auxílio da

³ Aprovado 05/06/2024 pelo Comitê de Ética sob o número CAAE: 79768624.0.0000.5408.

⁴ Barros (2026)

calculadora gráfica Casio⁵ equipada com o aplicativo KhiCAS⁶. A escolha dessa experimentação justifica-se por apresentar momentos particulares de produção de conhecimento matemático (Borba; Villarreal, 2005) envolvendo a interpretação de retratos de fase, estabilidade, autovalores e autovetores.

Para este estudo, foram selecionados episódios envolvendo quatro estudantes, identificados apenas por suas iniciais, preservando-se o anonimato. A seleção desses episódios ocorreu de forma intencional, considerando situações em que as interações entre estudantes, pesquisador e tecnologia evidenciaram processos de exploração, argumentação, validação e construção coletiva de conhecimento matemático. Não houve seleção prévia dos participantes; os episódios foram escolhidos em função da riqueza analítica das interações produzidas. Vale ressaltar que os estudantes já possuíam conhecimento prévio e utilizavam o ChatGPT em seu cotidiano. A principal novidade, no contexto da pesquisa, foi o uso das calculadoras gráficas, com as quais não tinham experiência anterior.

A produção dos dados envolveu diferentes fontes: gravações em áudio das discussões realizadas durante a atividade, registros escritos produzidos pelos estudantes nas folhas de atividade, notas de campo do pesquisador e registros gerados pela própria calculadora gráfica. A utilização de múltiplas fontes permitiu a triangulação dos dados, buscando ampliar a consistência das interpretações produzidas.

A análise dos dados foi realizada com base no modelo analítico de Powell, Francisco e Maher (2004), que compreende a observação e descrição dos dados em vídeo, a identificação de eventos críticos relacionados à questão de pesquisa, a transcrição desses episódios, sua codificação e, por fim, a construção de uma narrativa analítica articulada ao referencial teórico adotado. Nesse processo, foram articulados os diferentes registros produzidos durante a atividade, buscando identificar movimentos relacionados à experimentação-com-tecnologia (Borba; Villarreal, 2005), à produção de conhecimento matemático e à reorganização do pensamento dos estudantes (Borba; Villarreal, 2005).

A atividade proposta teve como objetivo explorar a resolução de sistemas de Equações Diferenciais Ordinárias e sua representação gráfica por meio do plano de fase, favorecendo a compreensão de conceitos como autovalores, autovetores, solução geral, solução particular e estabilidade, além da interpretação qualitativa do comportamento de sistemas dinâmicos. Para o

⁵ Projeto "Ensino e aprendizagem de matemática com calculadoras: possibilidades para a prática do professor", uma parceria entre GPIMEM e Casio Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda, com gestão administrativa e financeira da FUNDUNESP, processo no 3221/2021 – CCP. Coordenado pela Profa. Dra. Sueli Liberatti Javaroni, também membro do GPIMEM.

⁶ O aplicativo KhiCAS, um ambiente computacional integrado à calculadora gráfica da Casio, que amplia suas funcionalidades para além dos recursos do equipamento.

desenvolvimento da atividade foi utilizado o aplicativo KhiCAS, ambiente computacional integrado à calculadora gráfica Casio, que amplia suas funcionalidades ao incorporar recursos de álgebra computacional, resolução simbólica de sistemas, manipulação de expressões matemáticas e representação gráfica de funções. Em determinados momentos da atividade, também foi utilizada a linguagem de programação Python como recurso complementar para análise e representação dos sistemas estudados. A seguir nos deparamos com a experimentação:

Experimentação 2: Utilizando o ChatGPT faça uma análise do sistema dinâmico dado por:

$$x' = \begin{bmatrix} 2 & \alpha \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x, \quad (1)$$

explorando como as soluções dependem qualitativamente de α . e visualizando o comportamento das órbitas no plano de fase e responda os itens abaixo.

- a) Como o comportamento das soluções do sistema e a estabilidade dos pontos críticos variam com diferentes valores de α ?
- b) Descreva o comportamento das órbitas no plano de fase para pelo menos três valores diferentes de α .
- c) Como essas análises podem ser aplicadas a sistemas biológicos ou físicos reais?

Dessa forma, o objetivo dessa proposta em si foi colocar em prática a experimentação-com-tecnologias (Borba; Villarreal, 2005) visando explorar, conjecturar e/ou refutar na resolução de sistemas de EDO, assim como na representação gráfica dos planos de fase correspondentes. De modo a compreender os conceitos de autovalor, solução geral, estabilidade, entre outros, para resolução de sistemas de EDO; habilidade para resolver numericamente atrelado ao recurso tecnológico; desenvolvimento da capacidade de análise qualitativa de sistemas dinâmicos através de seus planos de fase, variando os parâmetros.

5 Tecendo Reflexões

Desde o início da atividade, durante a explicação das instruções, ficou evidente um certo estranhamento por parte dos discentes em relação ao uso da inteligência artificial, tanto como artefato quanto como auxílio na resolução da tarefa proposta. Para compreender esse fenômeno, a análise que se segue estrutura-se a partir da triangulação dos procedimentos analíticos previamente anunciados, articulando sistematicamente trechos de diálogos com diferentes fontes textuais e imagéticas produzidas. Todo esse corpus é tensionado e discutido em consonância com os referenciais teóricos adotados, permitindo desvelar as nuances das interações. Como ponto de partida para essa discussão, apresenta-se o diálogo a seguir:

D: Pode mesmo fazer com o chat? pode subir a foto para ele resolver?

A: Vocês estão livres. Pode fazer o que você quiser com o chat.

D: ah! mas aí ele já vai resolver tudo...

A: Vamos ver se resolve mesmo, Pode subir a foto.

L: Não gostei dessa atividade, não gosto de usar o chat para resolver.

A: Vocês estão com medo de usar o chat? Ou vocês estão com medo de ficar fácil? É, mas a gente vai verificar e tentar justificar o que ele tá fazendo. Você vai ver a diferença entre você usar por usar, e usar tentando entender o que tá acontecendo.

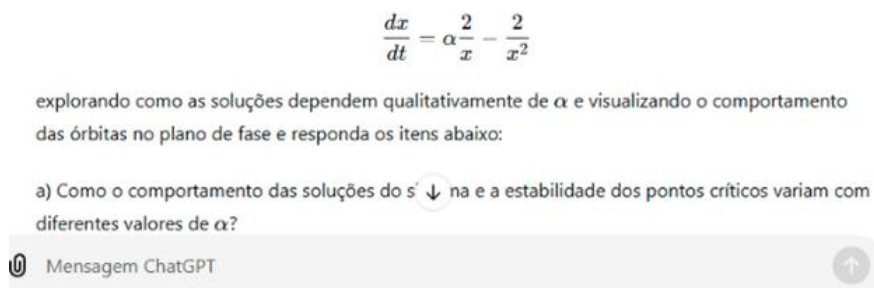
Pode-se observar que o estranhamento em relação ao uso do ChatGPT decorre, em parte, do fato deste ser frequentemente associado às respostas prontas. Na pesquisa de Blass, Rhoden e Pereira (2024, p. 2), destaca-se que alguns professores apontam riscos associados ao uso frequente da inteligência artificial, alertando que isso pode levar à redução das habilidades de escrita e ao enfraquecimento do pensamento crítico dos estudantes. Os autores enfatizam que a dependência excessiva de ferramentas automatizadas para a criação de conteúdo pode comprometer o desenvolvimento de competências essenciais, como a construção lógica de argumentos e a análise crítica.

Entretanto, o diálogo evidencia que o receio manifestado pelos estudantes não está relacionado apenas ao uso da tecnologia, mas também à concepção de que recorrer ao ChatGPT significaria substituir o próprio processo de resolução matemática. A afirmação "ah! mas aí ele já vai resolver tudo..." revela uma compreensão inicial de que a inteligência artificial assumiria o papel do estudante na atividade, esvaziando a necessidade de raciocínio matemático. Nesse momento, a intervenção do pesquisador modifica o foco da proposta ao enfatizar que o objetivo não era simplesmente obter uma resposta, mas analisá-la, compreendê-la e justificá-la. Assim, o ChatGPT deixa de ocupar o papel de fornecedor de respostas e passa a constituir um elemento de investigação, cujas produções seriam confrontadas e discutidas pelos estudantes.

Esse episódio revela um primeiro movimento de reorganização da relação dos estudantes com a tecnologia. Em vez de utilizarem a inteligência artificial apenas para automatizar a resolução da atividade, os estudantes passam a compreender que suas respostas precisam ser analisadas, validadas e, quando necessário, refutadas. Tal movimento aproxima-se da noção de experimentação com tecnologias proposta por Borba e Villarreal (2005), segundo a qual os feedbacks produzidos pelas mídias não encerram o processo de aprendizagem, mas provocam novas reflexões, questionamentos e tomadas de decisão. Nesse sentido, a produção de conhecimento não decorre da resposta fornecida pela tecnologia, mas das interações estabelecidas entre estudantes, professores e mídias digitais na busca por compreender e validar os resultados obtidos.

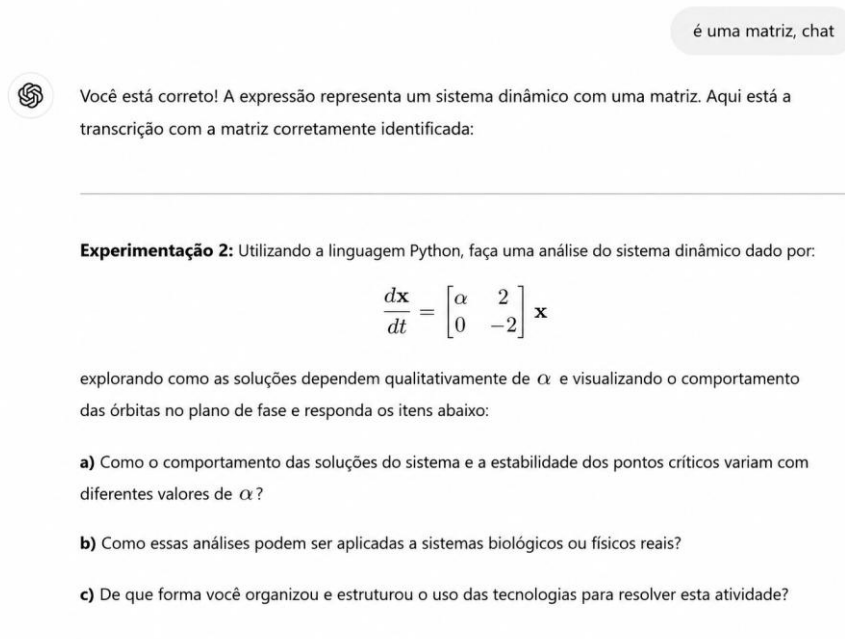
Por conseguinte, os estudantes optaram por anexar diretamente uma imagem da atividade no ChatGPT, solicitando que a inteligência artificial realizasse a resolução a partir do enunciado apresentado, sem reformular o problema com palavras próprias, conforme imagem a seguir:

Figura 1 – Atividade no ChatGPT



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 – Atividade no ChatGPT



Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se observar que, em um primeiro momento, após um prompt mais genérico formulado pelos estudantes, o ChatGPT não retornou exatamente o que eles esperavam, uma vez que não interpretou adequadamente o enunciado nem reconheceu a estrutura matricial do sistema de EDO proposto. Inicialmente, o modelo apresentou uma leitura equivocada da expressão, elaborando uma equação diferencial distinta daquela presente na atividade original.

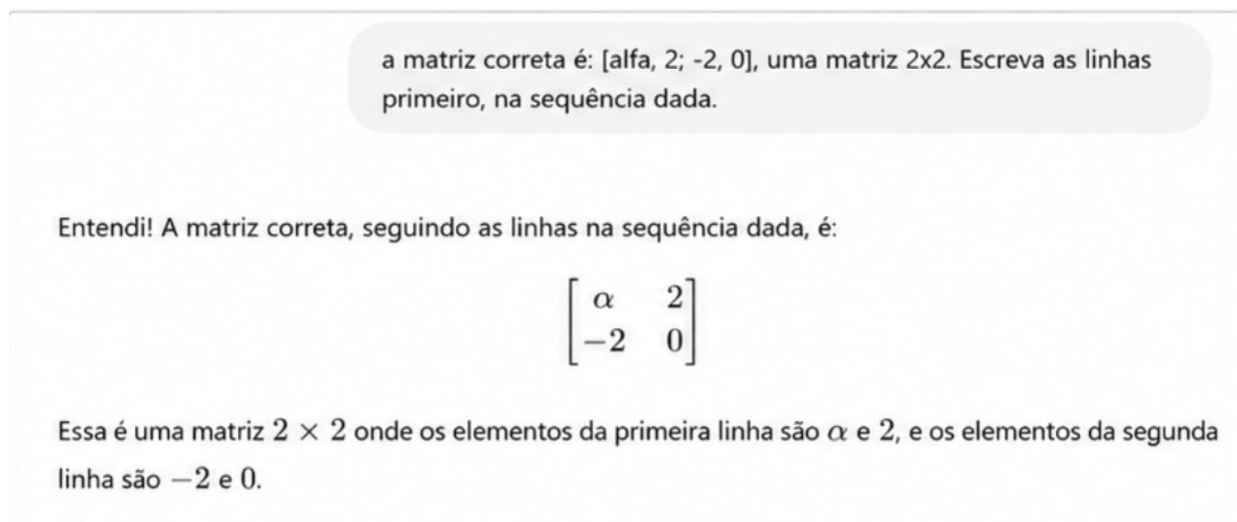
Diante dessa resposta, os estudantes intervieram, explicitando que a expressão correspondia a uma matriz associada a um sistema dinâmico linear. A partir dessa intervenção, o ChatGPT reorganizou sua resposta e tentou corrigir o erro inicial, retornando um formato mais

próximo do solicitado. No entanto, mesmo após essa reformulação, o modelo ainda apresentou inconsistências, como a inversão das entradas da matriz, o que exigiu uma nova conferência por parte dos estudantes.

Esse episódio evidencia que o reconhecimento da forma matricial e a validação do sistema não foram produzidos automaticamente pela tecnologia, mas resultaram de um processo de interação, no qual os estudantes mobilizaram seus conhecimentos prévios para identificar, questionar e corrigir as respostas fornecidas pelo ChatGPT. Diante disso, os estudantes decidiram intervir diretamente, escrevendo a matriz de forma explícita para evitar novos equívocos.

Nesse sentido, observa-se um movimento característico da experimentação-com-tecnologia (Borba; Villarreal, 2005; Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020). As respostas produzidas pelo ChatGPT não foram aceitas passivamente, mas transformaram-se em objetos de discussão, comparação e refutação. O feedback (Borba; Villarreal, 2005) fornecido pela tecnologia desencadeou novas ações dos estudantes, que reformularam o prompt, confrontaram as respostas obtidas com seus conhecimentos e decidiram escrever explicitamente a matriz para evitar novas interpretações equivocadas. Esse processo evidencia que o conhecimento matemático foi produzido na interação entre estudantes e tecnologia, por meio de sucessivos movimentos de exploração, validação e reformulação, e não como resultado direto da resposta apresentada pela inteligência artificial.

Figura 3 – Atividade no ChatGPT



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a correção do sistema, por iniciativa própria, os estudantes solicitaram que a plataforma gerasse um código em Python para a plotagem dos planos de fase do sistema. Como uma abordagem adicional, decidiram explorar o comportamento do sistema a partir da variação do parâmetro alfa com o objetivo de identificar semelhanças e diferenças nas soluções obtidas.

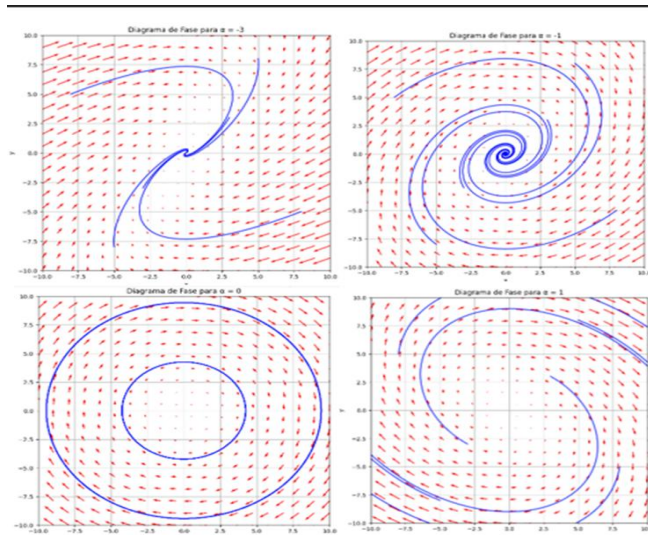
Essa escolha não estava previamente prescrita na atividade, mas emergiu do interesse dos próprios estudantes em compreender mais profundamente a dinâmica do sistema.

Esse movimento protagonizado pelos estudantes ilustra com precisão as reflexões de Borba e Villarreal (2005), que defendem que a interação com as mídias nas aulas de Matemática não se limita a resolver problemas já postos de forma mais automática. Para os autores, com o uso de tecnologias, novos problemas emergem para serem investigados, abrindo novos campos de possibilidades e gerando questionamentos que extrapolam o roteiro inicialmente planejado pelo professor.

No caso analisado, a decisão autônoma dos discentes de transitar entre mídias e explorar a variação do parâmetro alfa revela como a mídia atua na reorganização do pensamento matemático. Ao buscarem outro artefato para aprofundar a investigação, os estudantes demonstraram que o papel do erro, do teste e da visualização gerados na interface tecnológica inicial impulsionou a necessidade cognitiva de expandir o estudo. Trata-se de um exemplo empírico de como o coletivo de seres-humanos-com-mídias (Borba; Villarreal, 2005) se reconfigura para formular e validar suas próprias conjecturas de maneira ativa.

Dessa forma, utilizando os códigos fornecidos, eles recorreram à plataforma Google Colab para executar o código e visualizar os gráficos.

Figura 4 – Plano de fase pelo Google Colab



Fonte: Dados da pesquisa.

Na imagem anterior, podemos observar os gráficos resultantes a partir do código gerado com o auxílio do ChatGPT e implementado pelos estudantes no ambiente Google Colab, referentes ao sistema dinâmico em estudo para diferentes valores do parâmetro α . Os diagramas de fase apresentados evidenciam, de forma visual, como a variação desse parâmetro influencia

qualitativamente o comportamento das soluções, permitindo identificar mudanças na natureza das trajetórias e na estabilidade do ponto de equilíbrio.

A organização dos gráficos em diferentes quadros favorece uma análise comparativa, possibilitando aos estudantes observar, por exemplo, situações em que as trajetórias apresentam comportamento espiralado, casos em que assumem órbitas fechadas e outros em que se afastam progressivamente da origem. Essa visualização amplia a compreensão do papel desempenhado pelos autovalores do sistema e estabelece uma articulação direta entre a análise algébrica previamente realizada e a interpretação geométrica no plano de fase. Além disso, o uso do código para gerar automaticamente os diagramas permitiu que os estudantes se concentrassem na análise dos comportamentos observados, deslocando o foco de cálculos repetitivos para a interpretação das dinâmicas do sistema. Nesse sentido, os gráficos funcionaram como um meio de validação e aprofundamento das hipóteses levantadas durante a experimentação, reforçando o caráter exploratório da atividade e a negociação constante entre diferentes mídias no processo de produção do conhecimento matemático, características inerentes à experimentação com tecnologias (Borba; Villarreal, 2005).

Dessa forma, no decorrer da atividade proposta, e antes da geração dos gráficos no ambiente Google Colab, os estudantes participaram de um momento de discussão orientada, previsto na tarefa proposta, no qual dialogamos sobre o papel do parâmetro α no comportamento das soluções do sistema de EDO. Nesse momento, os estudantes já haviam analisado a forma algébrica do sistema e iniciado a interpretação de seus elementos, o que possibilitou levantar questionamentos sobre como a variação desse parâmetro poderia influenciar qualitativamente a dinâmica observada nos planos de fase.

Figura 5 – Plano de fases com o ChatGPT

quais intervalos de α os autovalores serão complexos e quais intervalos de α os autovalores serão reais

 Para encontrar os intervalos de α em que os autovalores do sistema são reais ou complexos, vamos calcular os autovalores da matriz

$$\begin{bmatrix} \alpha & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}$$

e analisá-los em função de α .

Cálculo dos Autovalores

A fórmula para calcular os autovalores λ de uma matriz 2×2 é resolver o determinante do sistema característico:

$$\det \begin{bmatrix} \alpha - \lambda & 2 \\ -2 & -\lambda \end{bmatrix} = 0$$

O polinômio característico é:

$$(\alpha - \lambda)(-\lambda) - (2)(-2) = 0$$

Expandindo isso, temos:

$$\lambda^2 - \alpha\lambda - 4 = 0$$

Para resolver essa equação quadrática em λ :

$$\lambda = \frac{\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + 16}}{2}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

Na imagem apresentada, os estudantes solicitam ao ChatGPT a determinação do intervalo do parâmetro α associado a comportamentos complexos do sistema. Observa-se que a resposta gerada pela mídia inicia corretamente o procedimento, ao considerar a matriz do sistema e avançar para a construção do polinômio característico. O ChatGPT realiza o cálculo do determinante, porém comete um erro de sinal durante o desenvolvimento algébrico.

$$(\alpha - \lambda)(-\lambda) - (2)(-2) = 0 \quad (2)$$

desenvolvendo, temos:

$$-\alpha\lambda + \lambda^2 + 4 = 0 \quad (3)$$

Esse erro algébrico altera diretamente a estrutura do polinômio característico e, conseqüentemente, compromete a análise dos autovalores e das conclusões sobre o comportamento do sistema dinâmico.

No entanto, perguntamos ao ChatGPT o motivo de o sistema errar, como neste caso, e tivemos a seguinte resposta:

O ChatGPT não “calcula” do jeito que uma calculadora simbólica calcula. Ele gera texto plausível com base em padrões de linguagem (muitos exemplos de álgebra que ele viu), então às vezes ele segue o roteiro certo, mas escorrega em detalhes mecânicos, como sinal, distribuição, parênteses etc. No seu caso, o risco é clássico: produto com sinal negativo + subtração de termo negativo.

E complementa:

Figura 6 – Explicação do ChatGPT

Você tem:

$$(a - \lambda)(-\lambda) - (-2 \cdot 2) = 0$$

1. O primeiro termo exige cuidado:

$$(a - \lambda)(-\lambda) = -a\lambda + \lambda^2$$

porque $(-\lambda) \cdot a = -a\lambda$ e $(-\lambda) \cdot (-\lambda) = +\lambda^2$.

2. O segundo termo é “menos um negativo”:

$$-(-2 \cdot 2) = -(-4) = +4$$

Então o correto fica:

$$-a\lambda + \lambda^2 + 4 = 0$$

e não $a\lambda + \lambda^2 + 4 = 0$. Ou seja: **ele trocou o sinal do termo $-a\lambda$ na hora de expandir.**

Por que isso acontece com frequência?

- **Confusão de parênteses e sinais** (é um dos erros mais comuns até em humanos).
- Ele **não mantém uma “trilha de verificação”** passo a passo como um CAS (tipo Wolfram/Maple/Sympy).
- Quando a conta é “rotina”, ele tende a **priorizar fluidez** e pode não checar consistência.
- Às vezes ele “antecipa” a forma típica do polinômio e **completa por padrão**, mesmo com um detalhe errado.

Fonte: Dados da pesquisa

Nesse episódio reforça a perspectiva dos seres humanos-com-mídias (Borba; Villarreal, 2005), na qual o conhecimento não é produzido nem exclusivamente pelo sujeito nem pela tecnologia, mas emerge da interação entre ambos. O erro, longe de ser um obstáculo, configurou-se como um disparador de aprendizagem, evidenciando que o pensar com tecnologia envolve negociação, validação e tomada de decisões matemáticas fundamentadas.

Continuando, nessa atividade os estudantes tinham que estudar e entender a importância do alfa nesse contexto dos sistemas dinâmicos.

Qual é a importância do alfa?

D: ele respondeu também. Que é o que a gente estava conversando na outra. Se os autovalores têm partes reais positivas, o ponto crítico é estável e a trajetória tende a se afastar do ponto. Se os altos valores têm partes reais negativas, o ponto crítico é estável e a trajetória tende a convergir. E se são imaginários, vão formar ciclos. E foi tudo que a gente discutiu isso na atividade passada, porque dependendo do alfa daqui, vou ter autovalores e que vão impactar nas soluções.

A: Sim, mas ainda tem um outro porquê, em termos da álgebra. Porque se eu coloco o alfa igual a zero, por exemplo, vai dar um autovalor complexo. Na álgebra você consegue fazer, e não é muito fora do que a gente viu na atividade de segunda-feira, por exemplo.

A: Você fez o autovalor na calculadora, não fez? Sobe aqui, Aí, vamos analisar isso aí. isso aí é o nosso Bhaskara. Esse K tá pra fora. Assim, né? Como se esse K fosse pra fora. Você concorda comigo se esse alfa (k), por exemplo, que é o carinha que tá analisando,

for zero, aqui fica quem? Complexo. Se esse carinha for três, por exemplo, vai ficar nove, complexo também. Se esse carinha fosse cinco?

D: vinte e cinco fica nove e três, virou real.

A:Então, você entende o motivo que esse parâmetro tá variando tudo? Ele muda tudo. Então, eu quero agora que vocês façam, vejam a análise desse intervalo.

L: De menos quatro a quatro aberto fica complexo.

A: É, porque se você fecha o intervalo...

L: dá zero

A: Exatamente. Você pode pedir pra ele fazer isso. Ele faz. Bom que a calculadora ajudou no processo do autovalor.

A partir desse trecho, destaca-se a interação entre alunos, professores e a tecnologia digital na construção do conhecimento, particularmente na busca pela compreensão na variação do parâmetro alfa no sistema de EDO estudado. Nesse sentido, destacamos que a mídia tem o potencial de transformar a estrutura e a dinâmica da atividade mental, pois, estamos tratando do pensar com a tecnologia, da atividade coletiva, dos "coletivos pensantes" de Lévy (1993). Da mesma forma, Borba e Villarreal (2005) argumentam que as tecnologias digitais atuam como mediadoras no processo de construção do conhecimento, reorganizando o pensamento humano. O estudante D, com base no feedback do ChatGPT, compartilha seu entendimento sobre os autovalores e a estabilidade dos sistemas, e essa compreensão é aprofundada pelo professor. A reflexão contínua e o questionamento mútuo entre os participantes são fundamentais para o processo de experimentação. Além disso, a contribuição de L, ao aplicar o conceito discutido a um intervalo específico, evidencia como o trabalho colaborativo enriquece a compreensão coletiva dos temas.

Outro ponto relevante é a utilização do ChatGPT e da plataforma Google Colab para a plotagem dos planos de fase do sistema, o que demonstra o potencial das tecnologias digitais como artefatos pedagógicos no ensino de EDO, desde que estejam vinculadas a uma abordagem pedagógica que valorize os potenciais dessas mídias (Borba; Villarreal, 2005; Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020). A visualização gráfica facilita a compreensão dos alunos sobre o comportamento dinâmico das soluções, permitindo identificar padrões e mudanças à medida que os parâmetros variam. Essa abordagem visual se revela essencial, visto que as EDO podem ser desafiadoras de visualizar apenas por meio de soluções algébricas.

Embora essas tecnologias ofereçam suporte prático na resolução de tarefas dessa natureza, é fundamental que os alunos sejam incentivados a questionar, analisar criticamente e compreender os processos envolvidos. Como já ressaltado, Zampieri et al. (2023, p. 209) enfatizam o uso das tecnologias digitais para promover o pensamento crítico e permitir que os alunos desenvolvam suas próprias estratégias de resolução de problemas. De forma similar, Borba e Villarreal (2005)

e Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020, p. 57) destacam a importância de atividades matemáticas elaboradas que incentivem a "experimentação com tecnologias", favorecendo a exploração e reflexão dos conceitos matemáticos:

Criação, simulação e geração de conjecturas de modelos matemáticos; exploração de diversificadas formas de resoluções; Manipulação dinâmica de objetos construídos; Realização de testes de conjecturas; Convencimento sobre a veracidade de conjecturas; Criação e conexão entre diferentes (e múltiplos) tipos de representações de objetos matemáticos; Exploração do caráter visual, dinâmico e manipulativo de objetos matemáticos; Incentivo à combinação de raciocínios intuitivo, indutivo ou abduutivo, que podem contribuir ao desenvolvimento do raciocínio dedutivo; Ensinar e aprender Matemática de forma alternativa; Conhecimento de novas dinâmicas, formas de conectividade e relações de poder em sala de aula; Aprofundamento em variados níveis de rigor matemático e identificação de incoerências conceituais e/ou aprimoramento do enunciado. (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 57).

Dessa forma, a tecnologia deve ser incorporada para aprofundar o entendimento, não somente para fornecer uma solução automática. Da mesma forma, segundo Adiguzel, Kaya e Cansu (2023, p.05) “uso de tecnologias de IA também equipa os estudantes com habilidades do século XXI, como pensamento crítico e criatividade, facilitando a avaliação de habilidades complexas”. A análise crítica dos resultados gerados pela tecnologia é essencial para garantir que os alunos desenvolvam um pensamento reflexivo e saberes inerentes ao processo de experimentação em que estão envolvidos.

Ao final da atividade, questionei sobre o uso do ChatGPT para aprendizado, um dos estudantes disse “que é um recurso interessante, mas o estudante tem que vir com uma base, pois assim, tem argumentos e conhecimentos para complementar ao chat, disse que o chat enriquece os estudos”. O outro aluno, ponderou que é necessário haver esses momentos com tecnologias, uma vez que já está impregnada na humanidade, mas alerta que esse uso não pode substituir as aulas com lousa, pois essa cria a base para o no seu ponto de vista. Em resumo, ele argumenta que deve haver uma dosagem entre as abordagens pedagógicas.

Essas reflexões dos estudantes sintetizam com precisão o percurso analítico apresentado nesta seção. Longe de adotarem uma postura passiva de recepção de respostas prontas, os discentes estabeleceram com o ChatGPT uma relação marcadamente dialógica, revelando que a interação com a IA funcionou como um meio para a produção de conhecimento matemático. Esse processo materializou-se pela postura investigativa exigida para identificar e contornar as falhas algébricas da tecnologia, pela tomada de decisão autônoma de transitar para outras mídias a fim de aprofundar a investigação sobre a variação do parâmetro alfa, o que evidencia como o uso de tecnologias faz emergir novos problemas, e, finalmente, pelo desenvolvimento de uma consciência crítica acerca da necessidade de uma sólida base conceitual integrada a uma abordagem pedagógica em ressonância com esses potenciais.

Desse modo, o coletivo seres-humanos-com-mídias (Borba; Villarreal, 2005) reconfigurou-se na prática, demonstrando que o uso da inteligência artificial, quando associado a uma abordagem pedagógica planejada, ressoa com as potencialidades do artefato e possibilita a formulação de conjecturas e reflexões epistemológicas desejáveis para a formação matemática no Ensino Superior.

6 Considerações Finais

A questão de pesquisa que orientou este estudo foi: como os estudantes utilizam a inteligência artificial para a resolução de Equações Diferenciais Ordinárias? Os resultados indicam que o ChatGPT não foi utilizado apenas como um recurso para obtenção de respostas, mas como um meio de experimentação, análise, comparação e validação de conceitos matemáticos. Ao longo das atividades, os estudantes formularam *prompts*, confrontaram as respostas produzidas pela inteligência artificial com seus conhecimentos prévios, identificaram inconsistências, reformularam comandos e justificaram matematicamente os resultados obtidos.

Assim, o uso da IA caracterizou-se por um processo de constante negociação entre as respostas produzidas pela tecnologia e os conhecimentos mobilizados pelos estudantes. As análises evidenciaram que os erros produzidos pelo ChatGPT desempenharam um papel importante nesse processo. Em vez de comprometerem a aprendizagem, esses erros desencadearam momentos de discussão, argumentação e validação, levando os estudantes a mobilizarem conceitos relacionados à estrutura matricial dos sistemas, aos autovalores, autovetores e à interpretação dos retratos de fase. Dessa forma, a inteligência artificial deixou de ocupar o papel de simples fornecedora de respostas para constituir-se como um elemento que provocou novas reflexões e favoreceu a produção de conhecimento matemático.

Ao longo deste estudo, observamos que a interação entre estudantes, professores e tecnologias digitais ampliou as possibilidades de experimentação acerca de tópicos de Equações Diferenciais Ordinárias. Dessa forma, podemos dizer que quando utilizada de forma intencional e mediada, a inteligência artificial favorece a exploração de diferentes estratégias de resolução, a comparação entre métodos, a visualização de representações matemáticas e a análise qualitativa dos sistemas dinâmicos. Entretanto, os resultados também evidenciam que essas potencialidades dependem da mediação docente e da adoção de uma postura crítica pelos estudantes, que precisam interpretar, validar e, quando necessário, refutar as respostas produzidas pela tecnologia.

Esses resultados aproximam-se da perspectiva de Borba e Villarreal (2005), ao evidenciar que o conhecimento matemático foi produzido nas interações entre estudantes, professores e mídias digitais. Nessa perspectiva, o ChatGPT não atuou como substituto do raciocínio matemático, mas como participante de um coletivo formado por seres humanos e tecnologias, no qual as respostas produzidas pela inteligência artificial impulsionam processos de exploração, discussão e reorganização do pensamento (Tikhomirov, 1981). Da mesma forma, as interações analisadas ilustram o potencial da experimentação-com-tecnologia para promover práticas investigativas no ensino de Matemática, conforme discutem Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020).

Por fim, este trabalho reafirma a relevância de ampliar as investigações sobre o uso da inteligência artificial na Educação Matemática, especialmente em conteúdos da licenciatura, como as Equações Diferenciais Ordinárias. Os resultados obtidos sugerem que o potencial pedagógico dessas tecnologias não reside na automatização da resolução de problemas, mas na criação de contextos que favoreçam a análise, a argumentação, a validação e a construção coletiva do conhecimento matemático. Portanto, a incorporação da inteligência artificial ao ensino demanda práticas pedagógicas que privilegiem a mediação docente e o uso crítico dessas tecnologias, contribuindo para uma formação matemática mais investigativa e reflexiva.

7 Referências

ADIGUZEL, T.; KAYA, M. H.; CANSU, F. K. Revolutionizing Education with AI: Exploring the Transformative Potential of ChatGPT. **Contemporary Educational Technology**, v. 15, n. 3, 2023.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Formação em Matemática por meio de invenções científico-tecnológicas voltadas aos impactos sociais: uma revisão de literatura. **Revista Baiana de Educação Matemática**, v. 4, n. 01, p. e202302, 2023.

BARROS, A. M. **Tecnologias digitais na produção de conhecimento sobre equações diferenciais ordinárias: um estudo com licenciandos em matemática**. 2026., Rio Claro, 2026. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/327442>.

BLASS, N. L.; RHODEN, C.; PEREIRA, A.M. Explorando a percepção de futuros professores sobre o uso do ChatGPT no contexto educacional. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 39, p. e7–e7, 2024.

BORBA, M. C.; DE ALMEIDA, H. R. F. L.; DE SOUZA GRACIAS, T. A. **Pesquisa em ensino e sala de aula**. diferentes vozes em uma investigação: Autêntica Editora, 2019.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020. 152p. 09 dez, 2023.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**: New York: Springer, 232 p. (Mathematics Education Library, 39), 2005.

DENG, J.; LIN, Y. The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview. **Frontiers in Computing and Intelligent Systems**, v. 2, n. 2, p. 81–83, 2023.

JAVARONI, S. L. **Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias**. 2007. 231 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102149>

LAUDARES, J. B.; FURLETTI, S.; REIS, J. P. C. Metodologia para diversificação de representações de um fenômeno modelado com equações diferenciais ordinárias. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 2, p. 247–267, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3895/etr.v3n2.8143>

LEVY, P. **As tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da informática**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LIMA, J. Como o ChatGPT afeta a educação e o desenvolvimento universitário. **The Trends Hub**, n. 3, 2023.

LOPES, A. P. C.; BORBA, M. C. Seres-humanos-com-ChatGPT em Modelagem Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2024, Natal. **Anais do IX Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Brasília: SBEM, 2024. p. 1–15

MALTEMPI, M. V.; JAVARONI, S. L.; BORBA, M. C. Calculadoras, computadores e Internet em Educação Matemática - dezoito anos de pesquisa. **Bolema. Boletim de Educação Matemática**, v. 25, p. 43–72, 2011.

OPENAI. **ChatGPT: Resposta gerada por inteligência artificial**. Disponível em: 2025. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 14 jan.. 2025.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das ideias matemáticas. **Bolema**, v. 17, n. 21, p. 81–140, 2004.

RODRIGUEIRO, M. M. S.; TEIXEIRA, F. S.; ZAMPIERI, M. T.; JAVARONI, S. L. Inteligência Artificial e a perspectiva Histórico-Cultural: um ensaio teórico. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, Uberlândia, MG**, v. 9, p. 01–25, 2025.

SANTOS, R. P.; SANT'ANA, C. DE C.; SANT'ANA, I. P. O ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática. **Revemop**, v. 5, p. e202303–e202303, 2023.

SOUTO, D. L. P.; CUNHA, F. T.; BORBA, M. C.; MATEMÁTICA, Inteligência Artificial em Educação. **São Paulo: Autêntica Editora, E-book: ISBN 9786559285945**. Disponível em: Disponível em: 2025. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559285945/>. Acesso em: 10 jul.. 2026.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological Consequences of Computerization. In: Wertsch, J. V. (Ed.). **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. New York: M. E. Sharpe Inc. pp. 256–278, 1981.

VALENTE, J. A. (org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 501 p, 1998.

ZAMPIERI, M. T. **Ações colaborativas de formação continuada de educadores matemáticos: saberes constituídos e mobilizados**. 2018., Rio Claro, 2018.

ZAMPIERI, M. T, et al. Calculadoras, Formação de Professores e Práticas em Sala de Aula. In: BORBA, M. C, et al. **Educação Matemática: Múltiplas Visões sobre Tecnologias Digitais**. Editora Livraria da Física. 1ª edição p. 201–214. ISBN-10: 6555633425, 2023.

8 Declarações finais obrigatórias

As declarações abaixo devem permanecer no manuscrito final aprovado. Na versão submetida para avaliação duplo-cega, remover ou anonimizar informações que possam identificar autoria, financiamento, grupos de pesquisa, projetos ou agradecimentos, quando necessário.

Disponibilidade de dados: Os dados que fundamentam os resultados deste estudo não estão disponíveis publicamente.

Financiamento: Não informado.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Aprovação ética e consentimento: A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o CAAE nº 79768624.0.0000.5408. Os participantes foram identificados por iniciais, de modo a preservar seu anonimato.

Contribuição de autoria – CRediT: Não informado.

Uso de IA generativa: O ChatGPT-4 foi utilizado como recurso tecnológico no desenvolvimento da atividade investigada, constituindo parte do objeto e do contexto empírico da pesquisa, conforme descrito no artigo. O uso de inteligência artificial generativa na redação, revisão ou preparação do manuscrito deve ser declarado pelos autores, caso tenha ocorrido

8 Dados de publicação – preenchimento editorial

Recebido em: 19/03/2026

Aprovado em: 27/07/2026

Publicado em: 24/08/2026

Editor(a) responsável: Anderson Luís Jeske Bihain

Como citar este trabalho: SILVA, Kauan Queiroz da; ZAMPIERI, Maria Teresa; BARROS, Arthur Medeiros; GADOTTI, Marta Cilene. Ensino de Equações Diferenciais Ordinárias Integrado ao ChatGPT: reflexões, desafios e potencialidades. Educação Matemática em Revista – RS, Porto Alegre, v. 2, n. 27, p. 17-37, 2026. DOI: <https://doi.org/10.37001/EMR-RS-v.2-n.27-2026.4846>

Licença: Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Copyright: autores(as), com direito de primeira publicação concedido à Educação Matemática em Revista – RS/SBEM-RS.

Taxas: a EMR-RS não cobra taxas de submissão, avaliação, publicação, distribuição ou download.