REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NA EDUCAÇÃO SUPERIOR

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TEACHING AND LEARNING DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN GRADUATION

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Júlio César Lima Gama[1], Reudismam Rolim de Sousa[2], Samara Martins Nascimento Gonçalves[3]

e6127058
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i12.7058

PUBLICADO: 12/2025

RESUMO

O Cálculo Diferencial e Integral, comumente presente nas grades curriculares de cursos de Engenharia, Matemática e Tecnologia da Informação, costuma ter taxas altas de reprovação na Educação Superior. Sabendo que a Inteligência Artificial (IA) vem se popularizando, oferecendo suporte a múltiplas aplicações, é importante entender como ela pode auxiliar no ensino-aprendizagem desse componente curricular, de modo a auxiliar na redução das taxas de insucesso. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para investigar o uso de ferramentas de IA no ensino-aprendizagem de Cálculo, buscando responder a três Questões de Pesquisa (QPs): (QP1) “Quais são as metodologias que utilizam IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP2) “Quais são os principais benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP3) “Quais são as principais dificuldades do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”. Os resultados apontam para o uso de diferentes metodologias (QP1), como: o uso de *Large Language Models* (LLMs), como ChatGPT, MathGPT e Gemini. Os benefícios do uso de IA (QP2) incluem a autonomia dos estudantes e o aumento do engajamento. No tocante às dificuldades (QP3), foram informados problemas, como erros produzidos pela IA e dependência da IA.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial. Revisão Sistemática da Literatura. Cálculo. Ensino Superior.

ABSTRACT

Differential and Integral Calculus, commonly found in the curricula of Engineering, Mathematics, and Information Technology courses, often has high failure rates in Higher Education. Given that Artificial Intelligence (AI) is becoming increasingly popular and supporting multiple applications, it is important to understand how it can assist in the teaching and learning of this curricular component to help reduce failure rates. Therefore, the objective of this work is to conduct a Systematic Literature Review (SLR) to investigate the use of AI tools in the teaching and learning of Calculus, seeking to answer three Research Questions (RCs): (RC1) "What are the methodologies that use AI for the teaching and learning of Calculus?"; (RC2) "What are the main benefits of using AI for the teaching and learning of Calculus?"; (RC3) "What are the main difficulties of using AI for the teaching and learning

[1] Bacharelando do curso Interdisciplinar em Tecnologia da Informação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros-RN Brasil.
[2] Doutor pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros-RN, Brasil.
[3] Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Angicos-RN, Brasil.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

of Calculus?". The results point to the use of different methodologies (QP1), such as Large Language Models (LLMs) like ChatGPT, MathGPT, and Gemini. The benefits of using AI (QP2) include student autonomy and increased engagement. Regarding the difficulties (QP3), problems such as errors produced by AI and dependence on AI were reported.

KEYWORDS: *Artificial Intelligence. Systematic Literature Review. Calculus. Graduation.*

RESUMEN
El Cálculo Diferencial e Integral, común en los planes de estudio de Ingeniería, Matemáticas y Tecnologías de la Información, suele presentar altas tasas de reprobación en la Educación Superior. Dado que la Inteligencia Artificial (IA) es cada vez más popular y ofrece soporte para múltiples aplicaciones, es importante comprender cómo puede contribuir a la enseñanza y el aprendizaje de este componente curricular para reducir las tasas de reprobación. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es realizar una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) para investigar el uso de herramientas de IA en la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo, buscando responder a tres Preguntas de Investigación (IR): (IR1) "¿Cuáles son las metodologías que utilizan IA para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo?"; (IR2) "¿Cuáles son los principales beneficios del uso de IA para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo?"; (IR3) "¿Cuáles son las principales dificultades del uso de IA para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo?". Los resultados apuntan al uso de diferentes metodologías (QP1), como el uso de Modelos de Lenguaje Largos (LLM), como ChatGPT, MathGPT y Gemini. Los beneficios del uso de IA (QP2) incluyen la autonomía del estudiante y una mayor participación. Respecto a las dificultades (QP3), se reportaron problemas como errores producidos por la IA y dependencia de esta.

PALABRAS CLAVE*: Inteligencia Artificial. Revisión Sistemática de la Literatura. Cálculo. Educación Superior.*

1. INTRODUÇÃO

A componente curricular Cálculo Diferencial e Integral é obrigatória em vários cursos de graduação no Brasil (Fontes; Gontijo, 2022). O Cálculo é diferente da matemática por ser menos estático e mais dinâmico (Stewart, 2014), sendo dividido em duas áreas principais, o Cálculo Diferencial, que diz respeito a como as funções variam, utilizando-se de limites e derivadas, assim como o Cálculo Integral, a análise da acumulação de grandezas, como áreas sob curvas, volumes sólidos e quantidades totais (De Maria, 2013).

Apesar do uso difundido, essa componente curricular costuma apresentar alto grau de reprovações (Araújo de Oliveira, 2012; Gonçalves, 2018, Junior; Longhini; Da Silva, 2023, Pereira, 2018). Pereira (2018) analisa como possíveis causas para as reprovações a falta de base matemática proveniente do Ensino Médio, levando à dificuldade de compreensão dos conteúdos, por abordar conceitos abstratos, requerendo o estudo de conteúdos, como: funções, álgebra e geometria analítica.

Por sua vez, a Inteligência Artificial (IA) é uma área da Computação que desenvolve sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente precisam de inteligência humana (Medina; Dos Passos Martins, 2020), sendo um ramo da ciência/engenharia da computação, que visa

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

desenvolver sistemas computacionais para solucionar problemas (Sichman, 2021). Com os avanços das IAs, essa tecnologia pode ser aplicada para a melhoria do ensino-aprendizagem em geral (Souza, M.; Sousa, R.; Gonçalves, 2025), podendo ser uma aliada para a melhoria dos índices de sucesso em Cálculo.

Dessa forma, diante das dificuldades do ensino-aprendizagem de Cálculo na Educação Superior, são necessários mecanismos que auxiliem na redução das taxas de insucessos, fazendo da IA uma candidata a auxiliar nessa perspectiva. Diante disso, a proposta deste trabalho é explorar o uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo. Neste contexto, foi desenvolvida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), para entender o emprego de IAs em melhorias do processo de ensino-aprendizagem de Cálculo. Em especial, são investigadas três Questões de Pesquisa (QPs): (QP_1) “Quais são as metodologias que utilizam IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP_2) “Quais são os principais benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP_3) “Quais são as principais dificuldades do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”.

As contribuições deste trabalho incluem um levantamento das abordagens sobre o uso de IA no ensino-aprendizagem de Cálculo, buscando elencar abordagens para o emprego dessa tecnologia nessa componente curricular, informando também os principais benefícios e dificuldades no emprego dessa tecnologia, de modo que o emprego seja direcionado ao contexto dos alunos e professores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados conceitos e fundamentos que sustentam o trabalho, abordando o ensino-aprendizagem do Cálculo, as dificuldades enfrentadas pelos estudantes e as aplicações da IA como ferramenta de apoio ao aprendizado, conectando a teoria à proposta deste estudo.

2.1. Ensino-aprendizagem do Cálculo no Ensino Superior

O Cálculo é uma componente curricular central nos cursos de Engenharia, Tecnologia da Informação e Matemática, sendo essencial para o desenvolvimento do raciocínio lógico e analítico dos estudantes. Segundo Stewart (2014), o cálculo difere da matemática do ensino médio por envolver conceitos dinâmicos, como limites, derivadas e integrais, que permitem compreender taxas de variação e acumulação de grandezas. No entanto, a complexidade desses conceitos e a necessidade de uma boa base matemática dificultam a aprendizagem, resultando em altas taxas de reprovação.

Tall (1993) aponta que muitos alunos apresentam dificuldades devido à abstração envolvida no conteúdo, à necessidade de visualização de aplicações práticas e à limitação do ritmo de

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

aprendizagem individual. Estratégias pedagógicas tradicionais, como aulas teóricas, práticas e listas de exercícios, nem sempre são suficientes para atender à diversidade de perfis e níveis de conhecimento dos estudantes. Esse cenário deixa clara a necessidade de metodologias inovadoras que auxiliem no processo de aprendizagem, tornando o estudo do Cálculo mais acessível e compreensível.

2.2. IA na educação

A IA vem se mostrando uma ferramenta promissora para apoiar o ensino-aprendizagem. Segundo Sichman (2021), a IA engloba técnicas capazes de simular o raciocínio humano, sendo utilizada na educação para, por exemplo, oferecer *feedback* imediato, personalizar atividades e apoiar a resolução de problemas complexos. Ferramentas como *chatbots* e assistentes virtuais permitem que os alunos pratiquem exercícios de forma interativa e recebam orientações adaptadas às suas dificuldades, favorecendo o aprendizado de forma autônoma e personalizada.

Crompton e Burke (2023) destacam que, apesar do potencial da IA, o papel do professor permanece central. O docente deve mediar o uso das ferramentas digitais, orientando os alunos sobre como interpretar as respostas fornecidas, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, evitando que os estudantes se tornem excessivamente dependentes da tecnologia.

2.3. Metodologias e benefícios do uso da IA no ensino-aprendizagem de Cálculo

O uso da IA no ensino-aprendizagem de Cálculo pode ser realizado de diversas maneiras. Sistemas tutores inteligentes permitem que os estudantes resolvam problemas passo a passo, recebendo correções e dicas automáticas, enquanto ferramentas de visualização gráfica auxiliam na compreensão de funções, derivadas e integrais. A literatura indica que a combinação do ensino-aprendizagem tradicional, com o suporte da IA, potencializa a aprendizagem, aumentando o engajamento e a compreensão dos conteúdos complexos (Sichman, 2021; Crompton; Burke, 2023).

Entre os principais benefícios observados estão: a possibilidade de aprendizagem personalizada, *feedback* imediato, aumento da motivação e auxílio à diversidade de estilos de aprendizagem. No entanto, desafios como a resistência à adoção de novas tecnologias, a dependência excessiva de ferramentas digitais e a necessidade de interpretar corretamente as respostas geradas permanecem como pontos críticos a serem considerados na implementação dessas metodologias.

Com base no exposto, percebe-se que a IA não substitui o professor, mas atua como uma mediadora do processo de aprendizagem, proporcionando uma experiência educacional mais rica,

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

dinâmica e eficaz, contribuindo para que os estudantes superem as dificuldades típicas do ensino-aprendizagem do Cálculo.

3. MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi empregada a metodologia para a condução de RSLs proposta por Kitchenham (2004). As Questões de Pesquisa (QPs) investigadas foram as seguintes:

QP_1 – Quais são as metodologias que utilizam IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?
QP_2 – Quais são os principais benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?
QP_3 – Quais são as principais dificuldades do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?

As QPs são utilizadas para a definição dos termos-chave. Essa extração foi definida a partir da identificação de três elementos principais: população, intervenção e saída. Os termos adotados nesta pesquisa podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1. Intervenção, população e saída e lista de sinônimos

Características	Valor	Sinônimos
Intervenção	Inteligência Artificial	IA
População	Envolvidos no ensino-aprendizagem de Cálculo	discentes
Saída	Metodologias, benefícios e as dificuldades	–

Fonte: Autoria própria

A *string* de busca, a ser utilizada nas bases de dados, foi definida baseada nos termos-chave e seus respectivos sinônimos. Para um maior alcance da busca pelos trabalhos, os termos do português foram traduzidos para o inglês. A *string* de busca pode ser vista a seguir:

***String* de busca:** (*Artificial Intelligence OR AI*) AND (*Calculus*) AND (*Methodolog* OR Benefit* OR Difficult**)

As bases de dados utilizadas para a busca dos trabalhos foram as seguintes: Portal de Periódicos da CAPES, ACM Digital Library, ScienceDirect e IEEE Xplore. A *string* de busca foi aplicada de forma direta nas bases, com o intuito de localizar estudos alinhados ao tema desta pesquisa. As buscas foram conduzidas conforme as opções de pesquisa disponibilizadas para cada base, buscando-se no título, *abstract* e palavras-chave dos estudos. Para isso, foi utilizada a combinação de termos definidos na *string* de busca. Além dessas bases, realizou-se uma busca

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

manual complementar no periódico *International Journal of Technology in Education and Science* (IJTES), por sua relevância para a temática e caráter de acesso aberto. Para manter a consistência metodológica, utilizou-se a mesma *string* de busca aplicada às demais bases, sendo identificados novos estudos relevantes adicionais por meio dessa busca manual. Os Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE) foram estabelecidos visando orientar a seleção dos trabalhos mais relevantes para responder às QPs, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de inclusão e exclusão

CI	1 - Trabalhos no contexto do Ensino Superior e IA, na componente curricular Cálculo. 2 - Trabalhos publicados nos últimos 6 anos (2019 a 2025).
CE	1 - Trabalhos duplicados. 2 - Trabalhos incompletos. 3 - Trabalhos não disponíveis para acesso.

Fonte: Autoria própria

Após a definição dos CI e CE, destacam-se os Critérios de Qualidade (CQs), buscando assegurar que os trabalhos utilizados nesta RSL sejam relevantes na resolução das QPs.

Os CQs da RSL foram:

CQ1 - O trabalho trata do assunto: uso de IA no ensino-aprendizagem do Cálculo?
CQ_2 - O trabalho possui uma metodologia real, que auxilie o alcance dos seus resultados?
CQ_3 - O trabalho deixa claro quais benefícios obtidos e dificuldades do uso de IA no ensino-aprendizagem do Cálculo?

Quanto aos escores de cada trabalho, se ele atende o CQ estabelecido, recebeu a nota 1,0; se atende parcialmente, recebeu a nota 0,5; e caso não atenda, nota 0. Foram considerados neste estudo, para análise, apenas trabalhos com qualidade superior a 1,5, quando somados os diferentes escores. Ao atingir a pontuação mínima estabelecida, foram coletadas, na etapa de extração de dados, as seguintes informações: título, autores, ano de publicação, metodologia, benefícios, dificuldades de se fazer o uso da IA para tal finalidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados.

4.1. Seleção de estudos

A RSL foi conduzida com o suporte da ferramenta Parsifal, utilizada para auxiliar na elaboração e execução de trabalhos com o mesmo propósito.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Inicialmente, foi realizada uma análise dos critérios de exclusão e foram removidos aqueles que atendiam a algum desses critérios. Os trabalhos remanescentes foram, então, avaliados integralmente, considerando os critérios de inclusão. Aqueles que atenderam a esses critérios foram selecionados para a etapa posterior de análise. Durante o processo de busca e triagem, o estudo *Teaching Calculus in Universities for Artificial Intelligence* (Jung-Kyung; Hyeon-Jin, 2023) foi identificado como relevante ao tema, abordando a integração do ensino-aprendizagem de Cálculo com a formação em IA. No entanto, devido à indisponibilidade de acesso ao texto completo (além da linguagem de escrita ser em coreano), o artigo foi utilizado apenas para efeito de *backward-snowballing* (análise das referências dos artigos aceitos) e não integrou a análise final dos resultados. Ainda assim, seu conteúdo disponível (título, resumo e palavras-chave) contribuiu de forma indireta para a compreensão do panorama e para o refinamento das QPs, que orientam esta revisão sistemática.

O Quadro 3 apresenta a distribuição dos estudos analisados em cada uma das bases de dados selecionadas, indicando o número de trabalhos encontrados, os que foram aceitos e os que foram rejeitados após a aplicação dos critérios de seleção, além do total consolidado. Essa sistematização permite visualizar de forma clara o rigor do processo de triagem e a representatividade de cada base, evidenciando o cuidado metodológico empregado na seleção dos estudos que compõem a presente revisão.

Quadro 3. Resultado da pesquisa

Bases	Analisados	Aceitos	Rejeitados
Per. CAPES	176	5	171
ACM DL	103	1	102
ScienceDirect	13	0	13
IEEE XPLORE	212	2	210
Total	504	8	496

Fonte: Autoria própria

Todos os trabalhos aprovados nesta etapa do estudo obtiveram pontuação igual ou superior a 1,0, conforme os CQs estabelecidos. Esses critérios foram elaborados com o propósito de garantir a qualidade mínima necessária para que o estudo fosse considerado válido e adequado como fonte de evidência científica na presente revisão.

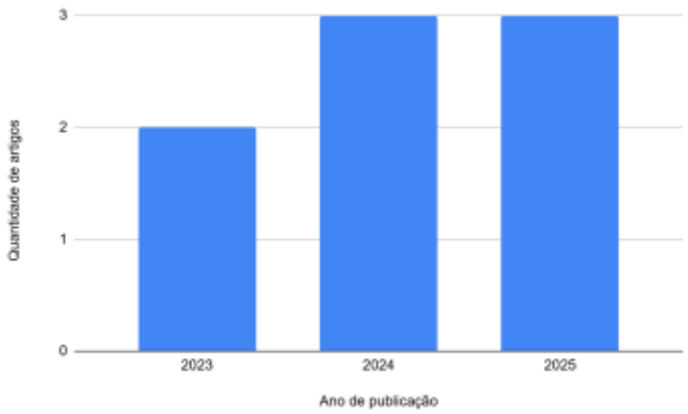
A Figura 1 apresenta a distribuição dos artigos selecionados de acordo com o ano de publicação. Observa-se um aumento recente no número de estudos voltados à IA, concentrando-

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

se principalmente no período entre 2023 e 2025, que teve seu ápice. Esse crescimento pode estar relacionado à ampla disseminação de tecnologias baseadas em IA Generativa, como o ChatGPT, Gemini, Copilot que passaram a ser amplamente explorados como objeto ou ferramenta de diversas aplicações práticas, principalmente de auxílio acadêmico.

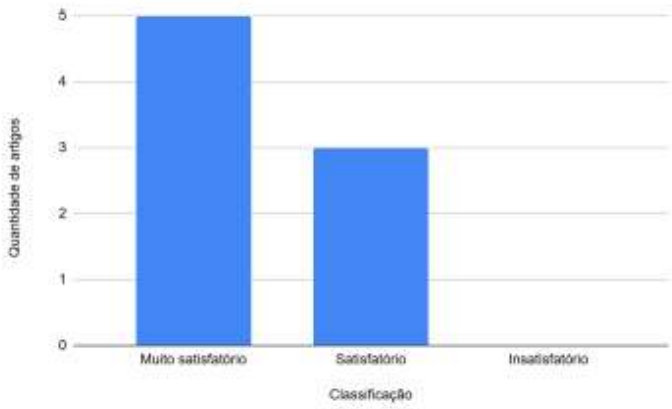
Figura 1. Distribuição de artigos selecionados, por ano de publicação



Fonte: Autoria própria

Realizada a seleção através dos critérios de inclusão e exclusão, foram aprovados 8 estudos. Após serem aplicados os critérios de qualidade, 5 desses trabalhos foram classificados como Muito satisfatórios, 3 como Satisfatórios e nenhum foi classificado como Insatisfatório, como mostra a Figura 2.

Figura 2. Classificação dos estudos



Fonte: Autoria própria

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

4.2. Estudos selecionados

Nesta seção, são apresentadas características gerais dos trabalhos selecionados. Dentre eles, Torres-Peña *et al*., (2024) abordam o ensino de Cálculo em Nível Superior, investigando como a IA pode apoiar a aprendizagem de conceitos fundamentais, especialmente taxa média, taxa instantânea e derivada. A pesquisa apresenta uma experiência real em sala de aula com 22 estudantes de Licenciatura em Matemática, que fizeram uso de ferramentas de IA durante atividades de resolução de problemas. O problema central discutido é a dificuldade recorrente dos alunos em compreender conceitos essenciais de Cálculo e o fato de que métodos tradicionais não oferecem *feedback* imediato, nem personalização suficiente para atender às necessidades individuais dos estudantes.

A solução adotada por Torres-Peña *et al*., (2024) foi integrar ferramentas de IA — especificamente ChatGPT, MathGPT, Gemini e Wolfram Alpha — ao processo de ensino. Essas ferramentas foram usadas para verificar soluções dos alunos, oferecer *feedback* imediato, gerar novos exercícios, apoiar a argumentação matemática e aprimorar o entendimento conceitual por meio de interações baseadas em *prompts*. Os resultados mostram aumento no engajamento, maior participação e melhora significativa na clareza conceitual. A IA proporcionou acompanhamento personalizado, permitiu identificação de erros conceituais e contribuiu para um ambiente de aprendizagem mais dinâmico. No entanto, o estudo também evidencia limitações importantes, como a dificuldade de a IA identificar erros procedimentais nos cálculos, reforçando o papel essencial do professor.

A pesquisa realizada por Jung-kyung e Hyeon-jin (2023) analisou o ensino de Cálculo em cursos voltados à formação em IA, identificando como o conteúdo pode ser reorganizado para melhor atender às demandas da área. O trabalho investiga o descompasso entre o ensino-aprendizagem tradicional de Cálculo e as competências necessárias para estudantes que atuarão em IA. A solução proposta é uma reorganização curricular para tornar o ensino-aprendizagem de Cálculo mais alinhado às necessidades formativas da área de IA. O artigo indica que uma atualização curricular pode tornar o ensino mais coerente com as exigências tecnológicas contemporâneas.

Já Zhang (2025) investiga o ensino de Matemática Avançada em cursos superiores, dando ênfase a conteúdos relacionados ao Cálculo e à formação de estudantes de economia e gestão. O trabalho discute como tecnologias de IA, sistemas inteligentes e plataformas digitais podem modernizar práticas pedagógicas e apoiar estudantes em disciplinas de alta abstração. O autor aponta que muitos estudantes apresentam dificuldades significativas ao lidar com conteúdos abstratos de matemática avançada. O ensino tradicional não oferece motivação, personalização, nem integração adequada com a formação profissional, resultando em baixa participação,

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

compreensão fragmentada e pouca capacidade de aplicar conceitos matemáticos em contextos reais. Dessa forma, Zhang (2025) propõe um novo paradigma pedagógico denominado *Case-based · Problem-chain · Self-directed Learning*, apoiado por IA. A abordagem inclui análise inteligente do perfil do aluno, personalização de conteúdo, recomendação automática de recursos, avaliação multidimensional orientada por IA, tutoria inteligente, monitoramento em tempo real e uso de ferramentas como Rain Classroom, MATLAB e GeoGebra para integração prática dos conteúdos. Os resultados mostram melhoria consistente no desempenho acadêmico ao longo de três anos, redução nas reprovações, aumento significativo do número de prêmios estudantis em competições matemáticas e correlação positiva entre o domínio da matemática avançada e o desempenho em disciplinas profissionais. A abordagem aumentou o engajamento, autonomia, capacidade de aplicação prática e competência em modelagem matemática.

Por outro lado, Wong, Mahmud e San Wong (2025) analisaram as percepções de 26 estudantes universitários do primeiro ano sobre como ferramentas de IA, especialmente modelos de linguagem como o ChatGPT, podem ser integradas ao ensino-aprendizagem de Cálculo. O trabalho discute como diferentes formas de uso podem influenciar a autonomia, aprendizagem e confiança do aluno. O problema identificado é a dificuldade de equilibrar o uso de IA como apoio pedagógico sem comprometer a autonomia do estudante. O uso não estruturado da IA pode levar à superdependência e à passividade na resolução de problemas. Diante desse cenário, o trabalho discute duas estruturas pedagógicas: o Uso Não Estruturado (IA a qualquer momento) e o Uso Estruturado ("*solve first, verify later*" — o estudante tenta resolver sozinho antes de consultar a IA). O estudo propõe o uso estruturado para maximizar o potencial da IA como ferramenta de suporte, e não de substituição. Como principais resultados, o uso estruturado (*solve first, verify later*) foi associado a um aumento do sentimento positivo (para 77%) e uma queda no sentimento negativo (para 8%). Essa abordagem melhorou a confiança, a clareza conceitual e a vigilância metacognitiva dos estudantes, ao passo que o uso não estruturado resultou em um sentimento positivo de 42%.

Portillo e Alvarado (2025) discutem o ensino-aprendizagem de Cálculo Integral em instituições de educação superior na América Latina, com foco em como as ferramentas de IA impactam o desempenho e o engajamento dos estudantes de engenharia. O estudo envolveu 65 usuários de IA e 19 não usuários. O trabalho investiga as dificuldades enfrentadas por estudantes latino-americanos na aprendizagem de Cálculo Integral e o desafio de equilibrar o suporte da IA com o risco de dependência excessiva e a diminuição do pensamento crítico. Para isso, eles propõem o uso de ferramentas de IA para apoiar o ensino-aprendizagem do Cálculo Integral, defendendo uma pedagogia estruturada para garantir que a IA sirva como ferramenta de apoio, e não de substituição, ao raciocínio matemático. Os resultados apontam que o uso de IA contribuiu para aumento do engajamento, melhor compreensão dos conceitos e melhora no desempenho

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

acadêmico (80% dos usuários relataram aprimoramento). As principais motivações de uso foram a geração de ideias para soluções (83%) e a verificação de respostas (77%). Entretanto, 22,6% relataram dependência constante e 32% temiam que suas notas reduzissem sem a ferramenta.

Por sua vez, Zhang (2024) propõe e analisa um novo modelo de ensino-aprendizagem de Matemática Superior (que inclui Cálculo) suportado por tecnologia de IA. O foco é na construção de um "retrato do aluno" (*learner portrait*) e na geração de caminhos de aprendizagem personalizados por meio de algoritmos de IA. O trabalho aborda a necessidade de revisar e atualizar o ensino tradicional de Matemática Superior para acompanhar avanços tecnológicos, oferecendo métodos que se adaptem ao nível e às necessidades individuais de cada estudante. A solução consiste em um modelo de ensino-aprendizagem inteligente que utiliza um Grafo de Conhecimento (*Knowledge Graph*) para modelar o conteúdo da disciplina. Algoritmos de IA (como *Ant Colony Optimization* e Redes Neurais Convolucionais) são usados para buscar o caminho de aprendizagem ideal e personalizado para cada aluno e fornecer avaliação precisa. Os resultados empíricos mostram que o modelo de IA proposto levou a uma melhora significativa no desempenho acadêmico dos estudantes, com as notas de pós-teste sendo significativamente mais altas no grupo que usou a tecnologia. Além disso, houve um aumento na satisfação dos alunos com o novo método de ensino-aprendizagem, e os professores perceberam aprimoramento em suas metodologias.

Já Cruz, Oliveira e Cação (2023) investigam o desempenho do ChatGPT em problemas de Cálculo I, especialmente integrais e cálculo de áreas, analisando sua consistência, precisão e limitações ao resolver exercícios simbólicos. O foco está na possibilidade de uso pedagógico da ferramenta e nos riscos associados ao emprego do modelo por estudantes de primeiro ano sem supervisão adequada. O trabalho aborda a inconsistência do ChatGPT ao resolver exercícios de Cálculo, incluindo erros conceituais, falhas aritméticas, justificativas incorretas e respostas contraditórias ao longo de interações semelhantes. Essas limitações representam um risco para estudantes com pouca maturidade matemática, que podem aceitar respostas incorretas devido ao caráter convincente das explicações geradas. Neste contexto, o trabalho propõe a utilização do ChatGPT de forma supervisionada, como apoio complementar ao ensino-aprendizagem, estimulando o pensamento crítico e promovendo discussões entre estudantes e professores. O estudo defende que a ferramenta pode ser integrada ao processo de ensino-aprendizagem desde que haja mediação docente e consciência clara das suas limitações. Os resultados mostram que o ChatGPT apresenta erros recorrentes na resolução de integrais, inconsistência entre tentativas sucessivas, dificuldades em processos algébricos simples e tendência a fornecer respostas inventadas. Apesar disso, quando utilizado com orientação adequada, pode fomentar discussões produtivas, apoiar o entendimento teórico e incentivar o raciocínio crítico dos estudantes.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

O estudo conclui que o modelo tem potencial pedagógico, mas não é confiável para uso autônomo na resolução de exercícios.

Já Serhan e Welcome (2024) analisam as percepções de 78 estudantes universitários de uma grande universidade pública nos EUA sobre o uso do ChatGPT em aulas de Cálculo. A pesquisa situa-se no campo da educação matemática mediada por IA, buscando compreender como os alunos avaliam a ferramenta para apoio ao ensino-aprendizagem. O problema discutido é a falta de compreensão sobre como os estudantes percebem a utilidade, os riscos e a validade pedagógica do ChatGPT. A questão central é se o ChatGPT é visto como uma ferramenta de aprendizagem ou uma ferramenta de trapaça. A solução proposta foi a investigação empírica das experiências e opiniões dos estudantes por meio de um questionário. A pesquisa buscou determinar as taxas de uso, o propósito de uso e os impactos percebidos na confiança e no aprendizado. Os resultados mostram que a maioria dos estudantes (78%) o utiliza. A principal utilidade percebida é na compreensão de conteúdos e como uma ferramenta de autoavaliação (verificação de respostas). O ChatGPT foi amplamente percebido como uma ferramenta de aprendizagem, e não de trapaça, e muitos relataram maior confiança e autonomia. No entanto, as preocupações incluem a precisão inconsistente das respostas e o risco de dependência.

Com base no conhecimento aprofundado das pesquisas anteriormente elencadas, as questões de pesquisa desta RSL foram novamente levantadas e respondidas. Sendo assim, cada uma delas é explorada a seguir.

4.3. QP_1 - Quais são as metodologias que utilizam IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?

Nesta seção, são analisadas as metodologias empregadas para o ensino-aprendizagem de Cálculo apoiado por IA. Foram encontradas metodologias diversas. Torres-Peña *et al*. (2024) apresentam metodologias baseadas no uso de Large Language Models (LLMs), como ChatGPT, MathGPT, Gemini e Wolfram Alpha para verificar soluções, oferecer *feedback* imediato, gerar novos exercícios, apoiar o raciocínio matemático via *prompts* e permitir um processo iterativo de resolução acompanhado pela mediação do professor.

Por sua vez, Zhang (2025) utiliza uma abordagem com o uso de análise de dados por IA para diagnóstico de aprendizagem, recomendação de conteúdo, tutoria inteligente, formação automática de grupos, acompanhamento contínuo com IA (*Rain Classroom*) e apoio computacional com MATLAB e GeoGebra para a resolução de problemas, modelagem e visualização.

Já Wong, Mahmud e San Wong (2025) apresentam uma metodologia baseada na comparação entre o modelo Uso Estruturado ("*solve first, verify later*") e o Uso Não Estruturado (IA a qualquer momento), além do uso de modelos de linguagem para explicações, comparação de resoluções e análise de erros. De outro modo, na proposta de Zhang (2024), é usado um modelo

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

de ensino-aprendizagem inteligente que: a) constrói um Grafo de Conhecimento do conteúdo; b) utiliza o algoritmo de otimização de colônia de formigas (ACO) para buscar o caminho de aprendizagem ideal; c) gera caminhos de aprendizagem personalizados com Redes Neurais Convolucionais; e d) fornece avaliação precisa via aprendizado semi-supervisionado.

Por fim, Serhan e Welcome (2024) investigam metodologias baseadas no uso espontâneo do ChatGPT pelos estudantes, como a verificação de respostas para autoavaliação, a solicitação de explicações passo a passo para compreender procedimentos de Cálculo, o esclarecimento de dúvidas conceituais e o uso da ferramenta como apoio ao estudo individual por meio da geração de exemplos, reformulação de problemas e auxílio na compreensão de conteúdos.

Em resumo, as metodologias buscam utilizar LLMs para apoio na condução da componente curricular Cálculo, a exemplo do MathGPT, ChatGPT e Gemini. Também são investigadas diferentes estratégias, a exemplo do uso da abordagem Uso Estruturado ("s*olve first, verify later*") e o Uso Não Estruturado (IA a qualquer momento). Foram encontrados também estudos que utilizam abordagens especializadas, tais como o emprego de grafos para a modelagem de conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

4.4. QP_2 - Quais são os principais benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?

Os benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo são diversos. Dentre eles, Torres-Peña *et al*., (2024) apontam melhorias no engajamento, com maior participação entre estudantes, maior clareza conceitual sobre taxa média, taxa instantânea e derivada, autonomia dos estudantes e acompanhamento personalizado, possibilitado pelo *feedback* rápido das ferramentas de IA.

Além do maior engajamento e autonomia dos estudantes, Zhang (2025) aponta como vantagens a personalização do ensino-aprendizagem, melhoria comprovada no desempenho ao longo dos anos, com integração entre teoria e prática, auxílio na compreensão de conteúdos abstratos e desenvolvimento da capacidade de modelagem matemática. Wong, Mahmud e San Wong (2025) também apontam como benefício o aumento da autonomia, incluindo também outras melhorias, tais como: maior confiança, fortalecimento da metacognição, verificação imediata e *feedback* eficiente em tempo.

Portillo e Alvarado (2025) também concordam com a melhora do desempenho, aumento do engajamento e maior autonomia como benefícios da IA. Além disso, eles apontam outras vantagens do uso da IA, tais como a compreensão facilitada, além de a IA ser a principal fonte para gerar ideias de solução e verificar respostas. Zhang (2024) corrobora que a melhora significativa no desempenho acadêmico dos alunos (notas de pós-teste) é um benefício.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

O trabalho aponta também como contribuições da IA a geração de caminhos de aprendizagem personalizados e o aumento da satisfação dos alunos e professores com o processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, Cruz, Oliveira e Cação (2023) apontam o potencial da IA para estimular a discussão, apoiar o entendimento teórico e incentivar o pensamento crítico, quando utilizada com mediação docente durante o processo. Serhan e Welcome (2024) apontam também para uma maior autonomia e melhor compreensão, quando a IA é empregada. Além disso, eles chamam atenção sobre como a IA contribui com apoio motivacional e aumento da confiança dos estudantes, algo muito importante quando se trata da componente curricular Cálculo.

No geral, as abordagens apontaram benefícios na melhoria do engajamento, participação, clareza, autonomia, personalização, desempenho, compreensão, modelagem matemática, confiança, metacognição, verificação imediata, *feedback*, compreensão facilitada, geração de ideias, verificação de respostas, pensamento crítico, autonomia e motivação dos estudantes.

4.5. QP_3 - Quais são as principais dificuldades do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?

Algumas dificuldades também são apresentadas pelos trabalhos investigados. Dentre eles, Torres-Peña *et al*., (2024) apontam para as limitações das ferramentas com erros procedimentais, dependência da qualidade dos *prompts*, necessidade de intervenção constante do professor, risco de confiança excessiva nas respostas da IA e necessidade de capacitação para uso pedagógico adequado. Por sua vez, Wong, Mahmud e San Wong (2025) apontam dificuldades, como o risco de dependência excessiva e passividade no uso não estruturado, confusão quando os métodos da IA diferem dos métodos de aula, erros ocasionais da IA e a necessidade de “alfabetização em IA”.

Portillo e Alvarado (2025) elencam, como principal dificuldade, a dependência excessiva das ferramentas (22,6% relataram dependência constante), apontando também para o risco de aprendizagem superficial e a necessidade de orientar os estudantes para uso ético e responsável. Cruz, Oliveira e Cação (2023) alertam para as inconsistências nas respostas, erros conceituais e algébricos, invenção de soluções, risco de indução ao erro e necessidade de supervisão rigorosa para evitar uso inadequado. E, por fim, Serhan e Welcome (2024) indicam problemas relacionados à confiança excessiva no modelo (dependência), o que pode trazer risco de respostas incorretas (imprecisão inconsistente) e a possibilidade de desmotivação quando a IA é utilizada de forma equivocada.

Sumarizando, as principais dificuldades encontradas foram erros procedimentais das ferramentas, dependência dos *prompts*, necessidade de intervenção constante do professor, confiança excessiva nas respostas da IA, necessidade de capacitação para uso pedagógico adequado, dependência excessiva, passividade, confusão quando os métodos da IA diferem dos

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

métodos de aula, risco de aprendizagem superficial, uso ético e responsável, inconsistências nas respostas, erros conceituais e algébricos, invenção de soluções, risco de indução ao erro, necessidade de supervisão rigorosa para evitar uso inadequado e desmotivação quando a IA é utilizada de forma equivocada.

5. CONSIDERAÇÕES

Neste trabalho, foi apresentada uma RSL sobre o uso de IA no ensino-aprendizagem do cálculo diferencial e integral na educação superior, focando em três questões principais: (QP_1) “Quais são as metodologias que utilizam IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP_2) “Quais são os principais benefícios do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”; (QP_3) “Quais são as principais dificuldades do uso de IA para o ensino-aprendizagem de Cálculo?”.

A execução da RSL retornou 504 trabalhos e 8 foram selecionados para responder às questões de pesquisa. Referente às metodologias para o ensino-aprendizagem de Cálculo (QP_1), foi identificado o uso de ferramentas, como ChatGPT, MathGPT, Gemini e Wolfram Alpha. Dentre os benefícios do uso da IA no ensino-aprendizagem de Cálculo (QP_2) foram identificados benefícios, tais como a autonomia e engajamento. Por fim, as dificuldades apontadas para o uso da IA no ensino-aprendizagem de Cálculo (QP_3) incluem: a necessidade de identificar erros procedimentais produzidos pela IA e a dependência da IA.

Como trabalhos futuros, pretende-se reproduzir diferentes metodologias na Educação Superior, no que diz respeito ao ensino-aprendizagem de Cálculo, de modo a compreender os impactos de cada uma delas. Além disso, pretende-se analisar a tensão entre autonomia e dependência da IA, assim como realizar uma análise das implicações práticas para professores e instituições, trazendo orientações sobre: como integrar IA de forma responsável; riscos epistemológicos e a formação docente necessária.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos grupos LIS — Laboratório de Inovações em *Software* e LISA — Laboratório de Inovações em *Software* e Automação, pelo apoio neste trabalho, e à UFERSA — Universidade Federal Rural do Semi-Árido pelo financiamento, por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) através do Edital PROPPG Nº 25/2025, PROPPG Nº 26/2025 e PROPPG Nº 27/2025.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO DE OLIVEIRA , M. C.; RIBEIRO RAAD, M. . A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de Cálculo. **Boletim GEPEM**, *[S. l.],* n. 61, p. 125–137, 2012. DOI:

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

10.69906/GEPEM.2176-2988.2012.260. Disponível em: https://periodicos.ufrrj.br/index.php/gepem/article/view/260. Acesso em: 3 dez. 2025.

CAVASOTTO, M.; VIALI , L. Dificuldades na aprendizagem de cálculo: o que os erros podem informar. **Boletim GEPEM**, *[S. l.],* n. 59, p. 15–33, 2011. DOI: 10.69906/GEPEM.2176-2988.2011.276. Disponível em: https://periodicos.ufrrj.br/index.php/gepem/article/view/276. Acesso em: 3 dez. 2025.

CROMPTON, Helen; BURKE, Diane. Artificial intelligence in higher education: the state of the field. **Education and Information Technologies**, v. 28, p. 1–23, 2023. DOI: 10.1186/s41239-023-00392-8. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s41239-023-00392-8. Acesso em: 3 dez. 2025.

CRUZ, João Pedro; OLIVEIRA, M. Paula de Sousa; CAÇÃO, Isabel. Teaching and learning calculus with ChatGPT: Benefits and limitations. *In*: International Conference of Education, Research and Innovation, 16., **Online**. **Anais** [...]. Sevilha, Espanha: IATED Digital Library, p. 456-463, 2023. DOI: 10.21125/iceri.2023.0175. Disponível em https://library.iated.org/view/CRUZ2023TEA. Acesso em: 3 dez. 2025.

DE MARIA, Otoniel Soares. **Cálculo diferencial no Ensino Médio**: noções de limites, derivadas e aplicações. 2013 63f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2013. Disponível em: https://ppgmat.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/58/2016/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Otoniel-Soares.pdf. Acesso em: 3 dez. 2025.

FONTES, Líviam Santana; GONTIJO, Cleyton Hércules. O ensino de Cálculo nas universidades brasileiras e a compreensão do conceito de limite. **VIDYA**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 42, n. 2, p. 165–180, 2022. DOI: 10.37781/vidya.v42i2.4242. Disponível em: https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4242. Acesso em: 3 dez. 2025.

GONÇALVES, Etereldes Júnior. Projeto de nivelamento em Matemática: uma proposta para diminuir o índice de reprovação em Cálculo 1 nas engenharias. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 3, 2018. DOI: 10.5935/2236-0158.20180026. Disponível em: https://revista.abenge.org.br/index.php/abenge/article/view/1115. Acesso em: 3 dez. 2025.

JUNG-KYUNG, Lee; HYEON-JIN, Kim. Teaching Calculus in Universities for Artificial Intelligence. **Cultura e Convergência**, v. 45, n. 10, p. 191-203, 2023. Disponível em: https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART003009102. Acesso em: 3 dez. 2025.

JUNIOR, Wilson Rodrigues Lima; LONGHINI, Tatielle Menolli; DA SILVA, Willerson Custódio. Impactos de projeto de ensino para melhoria dos índices de reprovação no ciclo básico em curso de engenharia. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 55, p. 117-135, 2023. DOI: 10.3895/rts.v19n55.14339. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14339. Acesso em: 3 dez. 2025.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Technical report**, Keele, UK, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004. Disponível em https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf. Acesso em: 3 dez. 2025.

MEDINA, José Miguel Garcia; DOS PASSOS MARTINS, João Paulo Nery. A era da inteligência artificial: as máquinas poderão tomar decisões judiciais. **Revista dos Tribunais**, v. 1020, 2020. Disponível em:

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/STJ1_ae42996fe7f98b45a4483fa6084a03db. Acesso em: 3 dez. 2025.

MENDES, L. O. R.; JOLANDEK, E. G.; LUZ, J. A. da; PEREIRA, A. L. O uso da Inteligência Artificial no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões sobre erros e posicionamento crítico. **Com a Palavra, o Professor**, *[S. l.],* v. 9, n. 25, p. 135–149, 2024. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/1075. Acesso em: 3 dez. 2025.

PEREIRA, Matheus Vinícius Costa. **Análise sobre os índices de reprovação nos cursos de cálculo I da UFERSA**. 2018. 9 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/items/f4619d84-c4bb-4f53-b3ac-1ff7a1ae0000. Acesso em: 3 dez. 2025.

PORTILLO, Roberto; ALVARADO, Alberth. Plenary: The Impact of AI Tools on Student Learning in Integral Calculus: A Case Study of Latin American Students. *In*: IEEE Engineering Education World Conference, 16. On-line. **Anais** [...]. Montevideo, Uruguay: IEEE, 2025. p. 1-2. DOI: 10.1109/EDUNINE62377.2025.10981379. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10981379. Acesso em: 3 dez. 2025.

SERHAN, Derar; WELCOME, Natalie. Integrating ChatGPT in the Calculus Classroom: Student Perceptions. **International Journal of Technology in Education and Science**, v. 8, n. 2, p. 325-335, 2024. DOI: 10.46328/ijtes.559. Disponível em https://ijtes.net/index.php/ijtes/article/view/1734. Acesso em: 3 dez. 2025.

SICHMAN, Jaime Simão. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 37–50, 2021. DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.004 Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/c4sqqrthGMS3ngdBhGWtKhh. Acesso em: 3 dez. 2025.

SOUZA, Maria Eduarda Ferreira; SOUSA, Reudismam Rolim de; GONÇALVES, Samara Martins Nascimento. A Inteligência Artificial no ensino superior na visão discente: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Científica Multidisciplinar**, *[S. l.],* v. 6, n. 7, p. e676611, 2025. DOI: 10.47820/recima21.v6i7.6611. Disponível em https://recima21.com.br/recima21/article/view/6611. Acesso em: 3 dez. 2025.

STEWART, James. **Cálculo**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. Disponível em https://www.amazon.com.br/C%C3%A1lculo-1-James-Stewart/dp/8522112584. Acesso em: 3 dez. 2025.

TALL, David. Students' difficulties in calculus. *In*: TALL, David (ed.). **Advanced Mathematical Thinking**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 43–62. Disponível em: https://scispace.com/pdf/students-difficulties-in-calculus-plenary-presentation-in-5f6b615gby.pdf. Acesso em: 3 dez. 2025.

TORRES-PEÑA, Roberto Carlos; PEÑA-GONZÁLEZ, Darwin; CHACUTO-LÓPEZ, Ellery; ARIZA, Edwan Anderson; VERGARA, Diego. Updating calculus teaching with AI: A classroom experience. **Education Sciences**, v. 14, n. 9, p. 1019, 2024. DOI: 10.3390/educsci14091019. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-7102/14/9/1019. Acesso em: 3 dez. 2025.

WONG, Shiau Foong; MAHMUD, Malissa Maria; SAN WONG, Shiau. Balancing AI and Autonomy: The Role of AI in Enhancing Calculus Education. *In*: International Conference on Information Technology and Education Technology, 6. Online. **Anais** [...]. Chengdu, China: IEEE, 2025. p. 16-21. DOI: 10.1109/ITET65804.2025.11100716. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11100716. Acesso em: 3 dez. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ZHANG, Xiaohui. An Innovative Model of Higher Mathematics Curriculum Education Incorporating Artificial Intelligence Technology. **Applied Mathematics and Nonlinear Sciences**, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2024. DOI: 10.2478/amns.2023.2.01524. Disponível em: https://amns.sciendo.com/article/10.2478/amns.2023.2.01524. Acesso em: 3 dez. 2025.

ZHANG, Yingying. Teaching Innovation and Practice of Advanced Mathematics Course Enabled by AI. *In*: International Conference on Big Data and Informatization Education, 25., On-line. **Anais** [...]. Suzhou China: ACM Digital Library, 2025. p. 67-75. DOI: 10.1145/3729605.3729618. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3729605.3729618. Acesso em: 3 dez. 2025.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.