



USO DO CHATGPT NA ELABORAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE CÁLCULO APLICADOS À ENGENHARIA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6350

Autores: SILMARA ALEXANDRA DA SILVA VICENTE, GISELA HERNANDES GOMES, MONICA KARRER

Resumo:

Palavras-chave:

USO DO CHATGPT NA ELABORAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE CÁLCULO APLICADOS À ENGENHARIA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias baseadas em inteligência artificial generativa (IA Generativa), como o ChatGPT (*Chat Generative Pre-trained Transformer*), tem provocado transformações no cenário educacional contemporâneo. Lançado ao público em novembro de 2022 pela OpenAI, o ChatGPT rapidamente se consolidou como uma ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem, despertando o interesse de professores e estudantes por sua capacidade de gerar textos, resolver problemas e simular interações em linguagem natural. A variedade de suas aplicações tem gerado debates sobre suas potencialidades pedagógicas e os riscos associados à falta de uso crítico dessas ferramentas no cotidiano educacional (DA COSTA; CASTRO; ASSUNÇÃO, 2025; DA SILVA; ESPÍNDOLA; PEREIRA, 2023).

No campo da educação matemática, o ChatGPT tem sido investigado em diferentes contextos. Estudos recentes apontam que a ferramenta tem sido utilizada para explicar conceitos, resolver exercícios, gerar exemplos e auxiliar no planejamento de aulas. A integração do ChatGPT ao ensino de matemática apresenta desafios relevantes. Além das questões éticas, Pepin, Buchholtz e Salinas-Hernández (2025) destacam preocupações com a precisão das respostas geradas, a preservação do pensamento crítico dos estudantes e os possíveis impactos cognitivos no aprendizado de conceitos fundamentais. No ensino de Cálculo, disciplina obrigatória e básica em cursos da área STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), o impacto do ChatGPT tem sido significativo. Zhuang (2025) mostrou que estudantes com percepções positivas em relação à ferramenta tendem a usá-la com mais frequência e a tolerar mais seus erros, o que influencia sua motivação. No entanto, para que o ChatGPT contribua efetivamente no aprendizado matemático, é necessário adotar uma abordagem crítica e formativa, reconhecendo que seus erros podem ser usados como recurso pedagógico para promover compreensão conceitual e estratégias de resolução de problemas.

A presença do ChatGPT nos cursos de engenharia, por sua vez, tem sido analisada sob diferentes enfoques. Sánchez-Ruiz et al. (2023) identificaram, em um curso de Matemática I ministrado em uma escola de engenharia espanhola, que os estudantes foram capazes de realizar tarefas avaliativas com auxílio do ChatGPT, sem desenvolver as competências conceituais esperadas. Esse fenômeno comprometeu a efetividade de metodologias ativas como o ensino híbrido, que pressupõe engajamento do aluno na construção do conhecimento. Em uma experiência com disciplinas de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Costa, Hirayama e Santos (2023) relataram que, embora o ChatGPT tenha sido bem recebido pelos alunos, os docentes precisaram adaptar suas estratégias pedagógicas; além disso, os autores observaram que a ferramenta favoreceu a assimilação de conteúdos em aulas introdutórias e de revisão, mas exigiu maior empenho dos estudantes frente a conceitos mais complexos para alcançar respostas adequadas. Contudo, para que o uso de tecnologias como o ChatGPT possa efetivamente contribuir com a aprendizagem em cursos de engenharia, é necessário considerar como a matemática é ensinada nesses contextos.

O Cálculo é uma disciplina introdutória comum na maioria dos programas universitários da área STEM e tem como função preparar os estudantes para os cursos avançados de sua formação específica. No entanto, pesquisas apontam que, independentemente da metodologia empregada, muitos estudantes de engenharia enfrentam dificuldades significativas para lidar com a matemática em seus cursos (HARRIS et al., 2015). Dominguez e de la Garza Becerra (2015) reforçam a necessidade de estabelecer pontes entre a

matemática e as ciências, de forma que os conteúdos não sejam abordados como domínios isolados. Essa desconexão entre teoria matemática e aplicabilidade é uma preocupação recorrente. Christensen (2008) observa que pode ser bastante difícil conectar o formalismo abstrato da matemática com as habilidades necessárias em uma profissão específica, o que tende a gerar lacunas importantes na capacidade dos alunos de aplicar a matemática em seus contextos profissionais. Esse diagnóstico reforça a importância de propostas pedagógicas que considerem a contextualização de problemas, ancoradas na realidade técnica e nas demandas específicas da engenharia. Nesse sentido, autores como López-Díaz e Peña (2022) defendem que o ensino de matemática nos primeiros anos dos cursos STEM deve ser fundamentado em problemas reais, pois isso favorece o engajamento dos estudantes e fortalece a articulação entre a matemática e as disciplinas específicas da engenharia. Essa abordagem é também sustentada por Faulkner et al. (2020) e Peters (2022), que alertam para a necessidade de considerar exemplos aplicados que revelem as especificidades do uso da matemática em contextos técnicos. Além do mais, a contextualização no ensino de Cálculo Diferencial e Integral é essencial para aproximar os conteúdos matemáticos das aplicações reais da Engenharia. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) recomendam que se estimulem atividades que articulem teoria, prática e contexto de aplicação (BRASIL, 2019, Art. 6º, §2º), e que, desde o início do curso, promovam a integração e a interdisciplinaridade, envolvendo dimensões técnicas, científicas, sociais e éticas (Art. 6º, §4º). Essas orientações reforçam a importância de propor exercícios contextualizados, que favoreçam a formação de competências alinhadas à prática profissional do engenheiro. Castela e Romo-Vázquez (2022), por sua vez, argumentam que é necessário desenvolver mais pesquisas sobre o uso da matemática no ambiente de trabalho, a fim de oferecer aos professores elementos que os ajudem a construir propostas pedagógicas mais coerentes com as demandas reais da engenharia.

Diante dessa problemática, torna-se relevante pensar em como o ChatGPT pode ser usado não apenas como ferramenta para a resolução de exercícios, mas como um instrumento pedagógico para apoiar a criação de tarefas de Cálculo contextualizadas, que reflitam os desafios e linguagens próprios da engenharia. Neste sentido, o objetivo deste artigo é investigar as potencialidades e os limites do uso do ChatGPT na elaboração de problemas matemáticos dedicados ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral em cursos de Engenharia, com foco na contextualização, mediação docente e desenvolvimento de competências conceituais.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa de natureza exploratória, com o objetivo de investigar o potencial do ChatGPT na criação de exercícios de Cálculo Diferencial e Integral contextualizados para cursos de Engenharia. O estudo foi realizado em uma Escola de Engenharia privada do Estado de São Paulo e estruturado em três etapas principais: análise documental, criação de material didático com apoio de IA, e avaliação docente.

Na primeira etapa, realizou-se a análise do livro Cálculo, Volume I de Stewart, Clegg e Watson (9ª edição, 2022), com foco no Capítulo 2, que abrange os seguintes tópicos: Limite de uma Função (2.2); Cálculos Usando Propriedades dos Limites (2.3); A Definição Precisa de um Limite (2.4); Limites no Infinito; Assíntotas Horizontais (2.6). Essa análise teve como objetivo identificar, nas seções citadas, os exercícios que apresentavam algum tipo de contextualização, bem como os contextos utilizados, com o intuito de compreender a presença (ou ausência) de elementos aplicados à realidade profissional da engenharia.

Na segunda etapa, foram selecionados os tópicos limites laterais e limites no infinito e foram gerados dois exercícios contextualizados com o apoio do ChatGPT: um voltado para o

contexto da Engenharia Civil e outro para o da Engenharia de Produção. Esses exercícios buscaram representar situações reais e práticas dessas áreas, explorando a linguagem e os desafios próprios do campo profissional, em sintonia com os conteúdos matemáticos abordados nas seções do livro.

Na terceira etapa, foi elaborado um questionário, contendo tanto os exercícios extraídos do livro quanto os exercícios gerados pelo ChatGPT. Este material foi submetido à apreciação de seis docentes: dois professores de Cálculo Diferencial e Integral, dois professores de disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil, e dois professores de disciplinas profissionalizantes da Engenharia de Produção. O objetivo foi verificar a viabilidade pedagógica da aplicação dos exercícios em aulas de Cálculo, considerando aspectos como pertinência matemática, adequação ao curso, clareza contextual e potencial de engajamento dos estudantes. As respostas dos docentes foram analisadas qualitativamente com base em categorias emergentes dos próprios pareceres.

Foi elaborado um questionário estruturado, contendo:

- os exercícios contextualizados extraídos do livro;
- os exercícios gerados pelo ChatGPT;
- um conjunto de critérios de avaliação.

As respostas foram registradas em escala ordinal (por exemplo: totalmente adequado, parcialmente adequado, inadequado) com espaço para justificativas discursivas.

3 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa em três etapas principais: a análise dos exercícios do livro didático, a criação de novos exercícios contextualizados com apoio do ChatGPT, e a avaliação dos exercícios por professores das áreas da Engenharia selecionadas.

3.1 Análise dos exercícios do livro didático

Com o objetivo de compreender como o livro didático utilizado em cursos de Cálculo Diferencial e Integral aborda a contextualização de problemas matemáticos, foi realizada uma análise sistemática do Capítulo 2 do livro Cálculo, Volume I, de Stewart, Clegg e Watson (9ª ed., 2022). A escolha desse livro se justifica por ser adotado nos cursos de Engenharia da universidade privada onde a pesquisa foi desenvolvida, e por sua ampla utilização em outras instituições de ensino superior no país, o que lhe confere relevância didático-pedagógica. Para efeito deste artigo, foram selecionadas as seções 2.2 (Limite de uma função) e 2.6 (Limites no infinito), por estarem diretamente relacionadas à ementa da disciplina de Fundamentos de Matemática na instituição analisada, ou em outras universidades, chamada de Cálculo I. Cada seção foi examinada em termos de suas subdivisões temáticas e da natureza dos exercícios propostos, com ênfase na identificação de enunciados que apresentassem algum grau de contextualização, isto é, que inserissem o problema matemático em uma situação próxima à realidade, cotidiana ou técnica.

A seção 2.2 – O Limite de uma Função – apresenta as seguintes subseções: determinando limites numérica e graficamente; limites laterais; a não existência de um limite; e limites infinitos e assíntotas verticais. Na lista de exercícios desta seção 2.2 (p.81) foram identificados dois exercícios com contextualização: o exercício 10 (p.82) apresenta um problema envolvendo a administração de uma droga em intervalos regulares de tempo, associado à análise de limites laterais com o suporte de um gráfico; o exercício 51 (p.84) envolve o conceito de limite lateral no contexto da Teoria da Relatividade e do comportamento

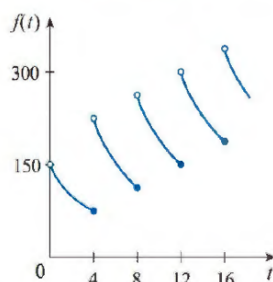
da massa de uma partícula com velocidade próxima à da luz. A Figura 1 reproduz o enunciado completo dos exercícios 10 e 51, conforme consta no livro.

Figura 1 – Exercício 10 e exercício 51.

10. Um paciente recebe uma injeção de 150 mg de uma droga a cada 4 horas. O gráfico mostra a quantidade $f(t)$ da droga na corrente sanguínea após t horas. Encontre

$$\lim_{t \rightarrow 12^-} f(t) \quad \text{e} \quad \lim_{t \rightarrow 12^+} f(t)$$

e explique o significado desses limites laterais.



51. Na teoria da relatividade, a massa de uma partícula com velocidade v é

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

onde m_0 é a massa da partícula em repouso e c , a velocidade da luz. O que acontece se $v \rightarrow c^-$?

Fonte: Stewart et al., 2022, p.82 e p.84, respectivamente.

A seção 2.6 – Limites no Infinito; Assíntotas Horizontais – é composta pelos seguintes temas: limites no infinito; cálculo de limites no infinito; limites infinitos no infinito; e definições precisas. Foram identificados dois exercícios contextualizados, na lista de exercícios 2.6 (p.124): o exercício 68 (p.126) aborda a concentração de sal em um tanque ao longo do tempo, com análise do comportamento assintótico da função e o exercício 69 (p.126) trata do limite da velocidade de uma gota de chuva, utilizando funções exponenciais e aproximação assintótica do valor final. A Figura 2 reproduz o enunciado completo dos exercícios 68 e 69, conforme consta no livro.

Figura 2 – Exercício 68 e exercício 69.

68. (a) Um tanque contém 5.000 litros de água pura. Água salgada contendo 30 g de sal por litro de água é bombeada para dentro do tanque a uma taxa de 25 L/min. Mostre que a concentração de sal depois de t minutos (em gramas por litro) é

$$C(t) = \frac{30t}{200 + t}$$

- (b) O que acontece com a concentração quando $t \rightarrow \infty$?

69. Seremos capazes de mostrar, no Capítulo 9, que, sob certas condições, a velocidade $v(t)$ de uma gota de chuva caindo no instante t é

$$v(t) = v^*(1 - e^{-gt/v^*})$$

onde g é a aceleração da gravidade e v^* é a velocidade final da gota.

- (a) Encontre $\lim_{t \rightarrow \infty} v(t)$.

- (b) Faça o gráfico de $v(t)$ se $v^* = 1$ m/s e $g = 9,8$ m/s². Quanto tempo levará para a velocidade da gota atingir 99% de sua velocidade final?

Fonte: Stewart et al., 2022, p.126.

A análise das seções 2.2 e 2.6 do livro Cálculo, Volume I (STEWART et al., 2022) identificou um total de quatro exercícios com algum grau de contextualização. Esses exercícios abordam situações aplicadas que envolvem contextos como farmacologia (exercício 10), relatividade (exercício 51), concentração de sal em um tanque (exercício 68) e comportamento da velocidade de uma gota de chuva (exercício 69). Embora essas aplicações ampliem o significado dos conceitos matemáticos, observa-se que os exemplos encontrados não estão diretamente vinculados a práticas específicas da Engenharia Civil ou da Engenharia de Produção. Para a criação do nosso questionário aos professores, foram selecionados dois

desses exercícios: o exercício 10 (Figura 1), que denominamos LLL (Limites Laterais – Livro), e o exercício 68 (Figura 2), denominado LIL (Limite no Infinito – Livro).

3.2 Exercícios contextualizados criados com apoio do ChatGPT

A partir dos dados levantados na análise do livro Cálculo, Volume I (STEWART et al., 2022), e da escolha dos tópicos de limites laterais e limites no infinito, abordados nas seções 2.2 e 2.6, foram elaborados novos exercícios com o apoio do modelo de linguagem ChatGPT.

Para cada tópico, foram elaborados dois exercícios contextualizados: um voltado à área da Engenharia Civil e outro à Engenharia de Produção. O objetivo foi formular enunciados que inserissem os conceitos matemáticos em contextos profissionais alinhados às realidades e desafios específicos de cada área.

Os enunciados foram gerados por meio de interações com o ChatGPT, nas quais foram fornecidas instruções específicas sobre o tema matemático, o curso de Engenharia de destino e a necessidade de vinculação a uma situação prática e verossímil. A seguir, são apresentados os quatro exercícios que foram gerados.

O exercício 1 (Figura 3), que denominamos LLC (Limites Laterais – Civil), simula um ensaio de compactação do solo (ensaio Proctor) em que a resistência do solo, modelada por uma função por partes, varia em função da pressão aplicada. Os alunos devem analisar os limites laterais quando a pressão aplicada se aproxima de um valor crítico (500 kPa), permitindo discutir limites laterais.

Figura 3 – Exercício 1 de Limites Laterais para a Engenharia Civil (LLC)

Este exercício simula um ensaio de compactação do solo (ensaio Proctor), em que a resistência do solo à compressão apresentou mudanças significativas próximas de 500 kPa. A resistência $R(x)$, em kPa, foi estimada por:

$$R(x) = \begin{cases} 1,2x + 50, & \text{se } x < 500 \\ 0,005x^2 - 200, & \text{se } x > 500 \end{cases}$$

onde x é a pressão aplicada em kPa.

a) Calcule $\lim_{x \rightarrow 500^-} R(x)$; b) $\lim_{x \rightarrow 500^+} R(x)$; c) O limite $\lim_{x \rightarrow 500} R(x)$ existe?

Fonte: ChatGPT (versão gratuita)

O exercício 2 (Figura 4), que denominamos LLP (Limites Laterais – Produção), propõe uma situação em que o tempo médio entre falhas depende da velocidade da esteira transportadora. A função apresenta um comportamento assimétrico próximo a 10 m/min, induzindo uma análise de limites laterais com interpretações práticas sobre manutenção e confiabilidade do sistema.

Figura 4 – Exercício 2 de Limites laterais para a Engenharia de Produção (LLP)

Inspirado na análise de estabilidade em linhas automatizadas, este exercício propõe uma situação em que o tempo médio entre falhas depende da velocidade da esteira transportadora. A função $T(v)$, em horas, modela o tempo médio entre falhas:

$$T(v) = \begin{cases} \frac{200}{10 - v}, & \text{se } v < 10 \\ 1,5(v - 10) + 20, & \text{se } v > 10 \end{cases}$$

onde v é a velocidade da esteira em m/min.

a) Calcule $\lim_{v \rightarrow 10^-} T(v)$; b) $\lim_{v \rightarrow 10^+} T(v)$; c) O limite $\lim_{v \rightarrow 10} T(v)$ existe?

Fonte: ChatGPT (versão gratuita)

No exercício 3 (Figura 5), que denominamos LIC (Limites no Infinito – Civil), os estudantes de Engenharia Civil devem analisar a função que modela a altura da água em um canal pluvial ao longo do tempo, ao investigar o limite da função quando $t \rightarrow \infty$, os alunos são levados a discutir a estabilização do sistema e os efeitos de escoamento contínuo após chuvas intensas

Figura 5 – Exercício 3 de Limites no infinito para a Engenharia Civil (LIC)

Um engenheiro civil monitora a altura da água em um canal pluvial após o início de uma chuva forte. A altura $h(t)$, em metros, em função do tempo t (em minutos) é modelada por:

$$h(t) = \frac{0,3t + 1,8}{t + 3}$$

- Calcule $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$
- O que esse valor indica sobre o comportamento do sistema de drenagem?

Fonte: ChatGPT (versão gratuita)

O exercício 4 (Figura 6), que denominamos LIP (Limites no Infinito – Produção), aborda o comportamento do tempo médio de produção por unidade em função do número de itens produzidos. Ao explorar o limite quando $t \rightarrow \infty$, os alunos refletem sobre o conceito de produtividade em larga escala e o tempo irreduzível do processo, ligando cálculo a temas de otimização industrial.

Figura 6 – Exercício 4 de Limites no infinito para a Engenharia de Produção (LIP)

Em uma fábrica de embalagens, o tempo médio de produção por unidade $P(x)$, em minutos, para um lote de x unidades é:

$$P(x) = \frac{600}{x} + 4$$

- Calcule $\lim_{x \rightarrow \infty} P(x)$
- Interprete esse limite do ponto de vista de produtividade. O que representa o valor constante no modelo?

Fonte: ChatGPT (versão gratuita)

3.3 Avaliação dos exercícios pelos docentes

Esta pesquisa adota como referencial teórico o ciclo de modelagem matemática proposto por Blum e Leiß (2007), que descreve um processo estruturado de resolução de problemas contextualizados envolvendo seis etapas: compreensão da situação, estruturação do modelo real, modelagem matemática, resolução, interpretação e validação. Embora o ciclo tenha sido desenvolvido para analisar situações de modelagem ativa por parte dos estudantes, nesta pesquisa ele é utilizado com foco na análise qualitativa dos exercícios já modelados.

Nos exercícios analisados neste artigo, o modelo matemático é fornecido ao estudante. Assim, não se trata de modelagem plena, mas de resolução e interpretação de modelos prontos. Ainda assim, este ciclo é apropriado para avaliar a qualidade didática das tarefas, pois permite verificar se os enunciados favorecem a compreensão da situação, a relação coerente entre contexto e modelo matemático, e a interpretação significativa dos resultados no contexto original. De modo complementar, consideramos também as contribuições de Durandt, Blum e Lindl (2022), que discutem o desenvolvimento da competência de modelagem em estudantes de Engenharia e a influência do design das tarefas nesse processo. Essa abordagem reforça a importância de se analisar a estrutura dos exercícios quanto ao seu potencial de engajamento, compreensão e relevância para a formação profissional.

Com base nesses referenciais, foram definidas quatro dimensões avaliativas que orientaram a construção dos formulários aplicados aos docentes: clareza da situação,

realismo do contexto, integração entre resultado e contexto, assim como o potencial formativo. Essas dimensões funcionam como um instrumento analítico sistemático, semelhante às rubricas educacionais utilizadas na avaliação qualitativa de tarefas, permitindo juízos fundamentados sobre a adequação didática e profissional dos exercícios analisados.

Para a avaliação docente, foram selecionados os dois exercícios extraídos do livro didático previamente analisados: o exercício 10 (Figura 1), sobre limites laterais (LLL), e o exercício 68 (Figura 2), sobre limites no infinito (LIL). A escolha considerou a clareza dos enunciados, o grau de contextualização e sua adequação às dimensões analíticas da pesquisa. Esses exercícios, juntamente com os quatro contextualizados (LLC, LLP, LIC e LIP) com o apoio do ChatGPT, compuseram os formulários aplicados aos docentes.

Os formulários foram compostos por quatro perguntas fechadas, correspondentes às dimensões avaliativas definidas na pesquisa — clareza da situação, realismo do contexto, integração entre resultado e contexto e potencial formativo — além de um campo opcional para comentários. As perguntas foram elaboradas com base em descritores qualitativos e apresentadas em escala ordinal. Professores de Cálculo responderam às questões com foco na estrutura didática dos enunciados, enquanto professores de Engenharia avaliaram os exercícios considerando sua aplicabilidade e pertinência profissional. Os formulários foram enviados individualmente, por meio da plataforma *Google Forms*, com versões adaptadas ao perfil de cada respondente. A Figura 7 apresenta um exemplo da estrutura utilizada, com base no exercício LLC (Limites Laterais para a Engenharia Civil), acompanhado das perguntas de múltipla escolha aplicadas aos docentes.

Figura 7 – Questão com exercício LLC e perguntas avaliativas em escala ordinal.

Em um ensaio de compactação do solo (Ensaio Proctor), observou-se que, ao aplicar diferentes pressões de rolo compactador próximas de 500 kPa, a resistência do solo à compressão apresentou mudanças significativas. A resistência $R(x)$, em kPa, foi estimada por:

$$R(x) = \begin{cases} 1,2x + 50, & \text{se } x < 500 \\ 0,005x^2 - 200, & \text{se } x > 500 \end{cases} \quad \text{onde } x \text{ é a pressão aplicada em kPa.}$$

- a) Calcule $\lim_{x \rightarrow 500^-} R(x)$
b) Calcule $\lim_{x \rightarrow 500^+} R(x)$
c) O limite $\lim_{x \rightarrow 500} R(x)$ existe? O que isso indica para o engenheiro?

1. Clareza da situação

O enunciado está claro e bem estruturado para os alunos?

- ☐ Muito clara
☐ Razoavelmente clara
☐ Pouco clara
☐ Confusa

2. Realismo do contexto

A situação parece plausível como um exemplo aplicado?

- ☐ Muito realista
☐ Razoavelmente realista
☐ Pouco realista
☐ Nada realista

3. Integração entre resultado e contexto

O aluno consegue relacionar o cálculo feito com o contexto descrito?

- ☐ Excelente integração
☐ Parcial
☐ Fraca
☐ Ausente

4. Potencial formativo

O exercício contribui para desenvolver competências de interpretação e aplicação de conceitos matemáticos?

- ☐ Alto potencial
☐ Médio
☐ Baixo
☐ Nenhum

Fonte: Print do formulário (Google Forms), adaptado para fins de ilustração.

3.4 Discussão das respostas docentes

A análise das respostas fornecidas pelos seis docentes — dois de Cálculo, dois de Engenharia Civil e dois de Engenharia de Produção — evidenciou percepções distintas conforme o campo de formação, permitindo contrastar abordagens didáticas e profissionais.

Para fins de organização, os resultados foram agrupados segundo o tipo de limite abordado (limites laterais e limites no infinito) e analisados com base nas quatro dimensões propostas: clareza da situação, realismo do contexto, integração entre resultado e contexto e potencial formativo. Para fins de organização, as análises foram agrupadas em dois blocos, conforme o tipo de limite abordado nos exercícios: o primeiro reúne LLL, LLC e LLP (limites laterais), e o segundo compreende LIL, LIC e LIP (limites no infinito). A seguir, apresentam-se os resultados da avaliação, com destaque para os comentários docentes quando pertinentes.

Análise dos exercícios LLL, LLC e LLP (limites laterais)

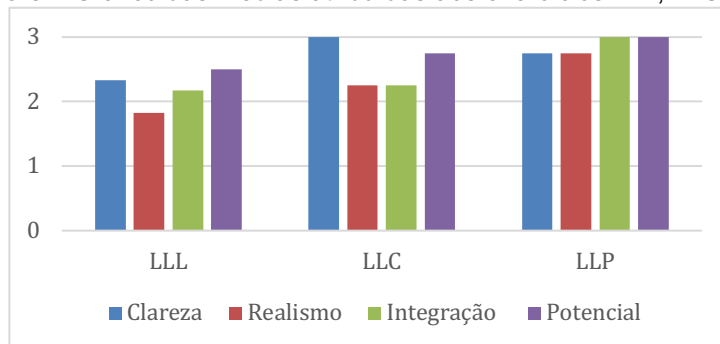
A Figura 8, a seguir, resume as médias atribuídas às quatro dimensões avaliadas — clareza, realismo, integração e potencial — com notas variando de 0 a 3, em que 0 representa avaliação negativa (ex.: “nada clara” ou “baixo potencial”) e 3 representa avaliação altamente positiva (ex.: “muito clara” ou “alto potencial”). De modo geral, os exercícios foram considerados claros, com destaque para o LLC, que obteve a nota mais alta em clareza. No entanto, alguns comentários indicam nuances: um professor de Cálculo mencionou que, no exercício LLL, “o aluno precisa avaliar o gráfico para associar o efeito do medicamento na corrente sanguínea”, sugerindo que a clareza está condicionada à familiaridade com representações visuais.

Quanto ao realismo do contexto, houve divergência entre os avaliadores. O LLC, por exemplo, recebeu avaliações extremas de dois docentes da Engenharia Civil: “muito realista” e “nada realista”. Um deles destacou que o exercício remete a “um salto da resistência, que não é usual”, indicando possível inadequação conceitual. Já no LLP, os dois professores da Produção o avaliaram como “muito realista” e “pouco realista”, sugerindo diferentes interpretações sobre a aplicabilidade prática da situação proposta.

A dimensão integração entre resultado e contexto também revelou variações. O LLP foi avaliado como de “excelente integração” por ambos os docentes de Cálculo, enquanto os de Produção julgaram a mesma tarefa como “parcial” e “fraca”. Isso pode indicar que a pertinência do modelo depende da área de atuação e da familiaridade com o tipo de função apresentada.

Na dimensão potencial formativo, a maioria dos docentes atribuiu notas altas aos três exercícios. Para o LLL, os comentários destacam seu valor didático: “é um bom exercício para compreender e visualizar os limites laterais e a existência do limite em um ponto.” No caso da LLC, um docente da Engenharia Civil considerou o exercício útil, embora tenha ressaltado a necessidade de contextualização em aula: “não saberia ao certo o que seria a não existência do limite... talvez uma ruptura na compactação do solo.” No LLP, um professor de Produção o qualificou como “ótimo exercício para Engenharia”, ainda que outro tenha mencionado a necessidade de mais conhecimento para aplicá-lo plenamente.

Figura 8 – Gráfico das médias atribuídas aos exercícios LLL, LLC e LLP



Fonte: Gráfico gerado pelo Excel (autores, 2025).

Análise dos exercícios LIL, LIC e LIP (limites no infinito)

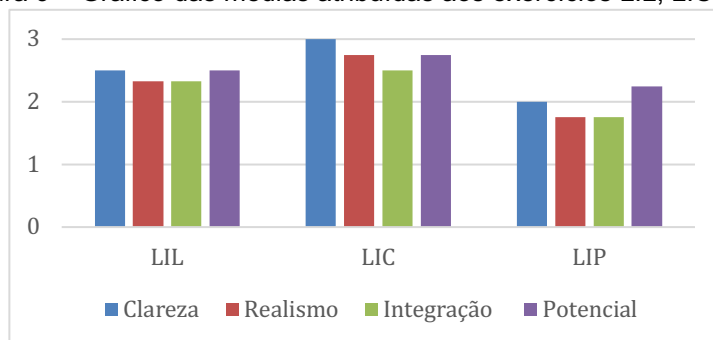
A Figura 9, a seguir, apresenta as médias atribuídas às quatro dimensões avaliadas. De modo geral, os três exercícios foram considerados claros. O exercício LIC obteve a média mais alta, com avaliações predominantemente positivas e homogêneas. Já o exercício LIL teve maior variação, especialmente entre os professores da Produção. Um deles considerou o enunciado “pouco claro”, enquanto outro o classificou como “muito claro”, sugerindo que a clareza pode estar vinculada à familiaridade com o tipo de representação ou linguagem utilizada.

Em relação ao realismo do contexto, as médias foram elevadas para os exercícios LIL e LIC, especialmente entre os docentes da área de Cálculo e Civil. No exercício LIP, no entanto, as opiniões foram mais dispersas. Um professor da Produção o considerou “muito realista”, enquanto outro indicou “pouco realista”, revelando percepções contrastantes sobre a aderência da situação ao cotidiano profissional da área.

A dimensão integração entre resultado e contexto destacou o exercício LIC, que recebeu avaliações de “excelente integração” por parte de todos os professores da Engenharia Civil. O exercício LIL também apresentou bons resultados nessa dimensão, embora com menor consenso entre os docentes da Produção. Já o LIP obteve as médias mais baixas, refletindo dificuldades percebidas na articulação entre os elementos matemáticos e o cenário descrito.

Quanto ao potencial formativo, o exercício LIL foi bem avaliado, com cinco professores atribuindo “alto potencial”. O LIC manteve médias elevadas, embora os docentes da Produção tenham demonstrado mais reservas. O exercício LIP apresentou a maior dispersão, com avaliações indo de “alto” a “baixo potencial”. Um dos comentários ilustra essa variabilidade: “Médio potencial, pois vai depender da ênfase dada pelo professor”, indicando que sua eficácia depende da mediação pedagógica adotada.

Figura 9 – Gráfico das médias atribuídas aos exercícios LIL, LIC e LIP



Fonte: Gráfico gerado pelo Excel (autores, 2025).

4 CONCLUSÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar o potencial do ChatGPT na criação de exercícios de Cálculo Diferencial e Integral contextualizados a situações da prática profissional em Engenharia. Os resultados indicam que os exercícios gerados com apoio da IA foram, em geral, bem avaliados em termos de clareza e potencial formativo, embora tenham despertado dúvidas quanto ao realismo de certos contextos e à integração efetiva entre o modelo matemático e o fenômeno descrito.

Comparando os exercícios gerados com os presentes no livro didático analisado, observa-se que a IA permitiu incorporar situações mais próximas da realidade dos cursos de Engenharia. Enquanto os exercícios do livro tendem a abordar situações abstratas ou

genéricas, os criados com apoio do ChatGPT exploraram contextos técnicos específicos — como simulações de processos industriais e modelagem de fenômenos físicos —, promovendo maior engajamento e estimulando conexões com a prática profissional. No entanto, esse ganho também evidenciou desafios na interpretação dos enunciados por professores sem familiaridade direta com o campo de aplicação.

As falas dos professores de Cálculo ressaltam esse ponto. Um deles comenta: “Eu achei um bom exercício, apesar de ter necessidade da explicação de um professor engenheiro, para me ajudar a explicá-lo em sala de aula.” Outro aponta: “Do conceito matemático sim, não sei afirmar do conceito aplicado. Também tenho dúvida se o professor de Cálculo conseguiria explicar esse conceito ao aluno.” Tais depoimentos revelam que, mesmo quando os exercícios são matematicamente válidos, a articulação com o contexto técnico exige mediação interdisciplinar.

Essa constatação reforça o que Christensen (2008) aborda sobre a dificuldade de conectar o formalismo matemático às habilidades exigidas nas profissões pode comprometer a aplicabilidade do conhecimento. Por isso, autores como López-Díaz e Peña (2022) defendem o uso de problemas reais no ensino de Cálculo, como forma de fortalecer o vínculo entre teoria e prática. Castela e Romo-Vázquez (2022) complementam essa visão ao sugerirem mais pesquisas sobre o uso efetivo da matemática no ambiente de trabalho, a fim de apoiar os docentes na construção de propostas mais alinhadas às demandas reais da Engenharia.

É importante ressaltar que este foi um estudo preliminar, com número reduzido de exercícios e de professores participantes. Os dados apresentados têm caráter exploratório e indicam caminhos promissores. Para avanços mais consistentes, serão necessários estudos mais robustos, com interações docentes mais refinadas e processos colaborativos mais contínuos no uso de ferramentas como o ChatGPT. Só assim será possível consolidar propostas de ensino interdisciplinares e formativamente relevantes, capazes de aproximar as disciplinas matemáticas da prática profissional da Engenharia.

REFERÊNCIAS

BLUM, Werner; LEIß, Dominik. How do students and teachers deal with modelling problems. **Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics**, p. 222-231, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 1, de 2 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 64, p. 66–68, 3 abr. 2019.

CASTELA, Corine; ROMO-VÁZQUEZ, Avenilde. Towards an institutional epistemology. In: **Practice-oriented research in tertiary mathematics education**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 621-648.

CHRISTENSEN, Ole Ravn. Closing the gap between formalism and application-PBL and mathematical skills in engineering. **Teaching Mathematics and its Applications: International Journal of the IMA**, v. 27, n. 3, p. 131-139, 2008.

COSTA, Tiago; HIRAYAMA, Denise; SANTOS, Esoly. Utilização do ChatGPT como estratégia pedagógica de disciplinas do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais: um relato de experiência. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA –**

COBENGE, 51., 2023, Rio de Janeiro. Anais do 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Rio de Janeiro: ABENGE, 2023.

DA COSTA, Danilo; CASTRO, Gustavo Javier; DE ASSUNÇÃO, Maria Aparecida. Desafios e perspectivas para a integração do ChatGPT no ensino superior: uma análise sistemática da literatura. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 8, n. 18, p. e181849-e181849, 2025.

DA SILVA, Josiane Luiza; ESPÍNDOLA, Marcelo Agenor; PEREIRA, Frederico Cesar Mafrá. O uso do ChatGPT no processo de ensino e aprendizagem: vilão ou aliado? In: **Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade – SINGEP, 11., 2023, São Paulo. Anais do Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade – SINGEP.** São Paulo: UNINOVE, 2023. Disponível em: <https://submissao.singep.org.br/11singep/proceedings/resumo.php>.

DOMINGUEZ, Angeles; DE LA GARZA BECERRA, Jorge Eugenio. Closing the gap between physics and calculus: use of models in an integrated course. In: **2015 ASEE Annual Conference & Exposition.** 2015. p. 26.353. 1-26.353. 14.

DURANDT, Rina; BLUM, Werner; LINDL, Alfred. Fostering mathematical modelling competency of South African engineering students: which influence does the teaching design have? **Educational Studies in Mathematics**, v. 109, n. 2, p. 361-381, 2022.

FAULKNER, Brian et al. When am I ever going to use this? An investigation of the calculus content of core engineering courses. **Journal of engineering Education**, v. 109, n. 3, p. 402-423, 2020.

HARRIS, Diane et al. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 46, n. 3, p. 321-336, 2015.

LÓPEZ-DÍAZ, María Teresa; PEÑA, Marta. Encouraging students' motivation and Involvement in STEM degrees by the execution of real applications in mathematical subjects: the population migration problem. **Mathematics**, v. 10, n. 8, p. 1228, 2022.

PEPIN, Birgit; BUCHHOLTZ, Nils; SALINAS-HERNÁNDEZ, Ulises. Mathematics Education in the Era of ChatGPT: Investigating Its Meaning and Use for School and University Education. Editorial to Special Issue. **Digital Experiences in Mathematics Education**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2025.

PETERS, Jana. Modifying exercises in mathematics service courses for engineers based on subject-specific analyses of engineering mathematical practices. In: **Practice-oriented research in tertiary mathematics education.** Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 581-601.

SÁNCHEZ-RUIZ, Luis M. et al. ChatGPT challenges blended learning methodologies in engineering education: A case study in mathematics. **Applied Sciences**, v. 13, n. 10, p. 6039, 2023.

STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. **Cálculo**: volume I. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2022.

ZHUANG, Yuling. Lessons from Using ChatGPT in Calculus: Insights from Two Contrasting Cases. **Journal of Formative Design in Learning**, p. 1-11, 2025.

Abstract: *This article investigates the potential and limitations of using ChatGPT to design Calculus exercises contextualized to real-world engineering scenarios. Adopting a qualitative and exploratory approach, the research was conducted at a private School of Engineering in São Paulo, Brazil, and structured in three stages: textbook analysis, generation of new exercises using ChatGPT, and teacher evaluation. The first stage involved an analysis of Chapter 2 of Calculus, Volume I (Stewart et al., 2022), aiming to identify exercises that included some degree of contextualization. From this analysis, two topics were selected — one on one-sided limits (section 2.2) and another on limits at infinity (section 2.6) — due to their relevance to the course Fundamentals of Mathematics. Then, four new exercises were generated with the assistance of ChatGPT — two aimed at Civil Engineering and two at Production Engineering. These tasks were evaluated by six professors (two from Calculus and four from specific Engineering disciplines), based on four dimensions: clarity, contextual realism, integration between model and scenario, and formative potential. The results indicate that the AI-generated exercises were positively received in terms of clarity and educational value but raised concerns about the alignment of proposed contexts with professional realities and the need for interdisciplinary mediation in classroom implementation. The findings suggest that ChatGPT can expand the range of tasks in Calculus education when pedagogically integrated with engineering expertise and supported by active teacher involvement.*

Keywords: ChatGPT; Calculus; Engineering; Contextualization; Interdisciplinary teaching.

