



DESAFIOS NO ENSINO DE MECÂNICA GERAL: A INFLUÊNCIA DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA NO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

CHALLENGES IN TEACHING GENERAL MECHANICS: THE INFLUENCE OF MATHEMATICS AND PHYSICS ON STUDENT PERFORMANCE

Wesley Sousa Mendes¹, Elaine Corrêa Pereira²,
Liliane Silva Antiqueira³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v45p317-328.2026

RESUMO: Geralmente, os alunos que cursam Engenharia possuem dificuldades em articular os saberes matemáticos estudados em disciplinas como Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo I e Física I com os conteúdos das disciplinas subsequentes dos cursos. Diante disso, o objetivo desta pesquisa é identificar as dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação aos conceitos de Matemática e Física no aprendizado de Mecânica Geral. Metodologicamente, o artigo propõe uma investigação de caráter qualitativo, por meio da aplicação de um questionário, via *Google Forms*, direcionado aos discentes dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica Naval, Engenharia Civil e Engenharia Química de uma Instituição de Ensino Superior. O questionário contém perguntas com o objetivo de identificar as dificuldades dos discentes em relação aos conteúdos abordados nas disciplinas de Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo Diferencial e Integral e Física I. A escolha dessas disciplinas como objetos de análise busca identificar possíveis lacunas de conhecimento prévio que dificultam o desempenho acadêmico em Mecânica Geral, além de investigar as causas do elevado índice de reprovação registrado nessa disciplina. Dessa forma, oito estudantes aceitaram participar e responderam ao questionário. Com base na análise das respostas, concluiu-se que há ausência de uma base sólida, aliada à falta de contextualização dos conteúdos. Ademais, constatou-se que as dificuldades não se restringem à técnica matemática, mas envolvem aspectos cognitivos e pedagógicos, como a abstração, a visualização geométrica e a compreensão conceitual.

PALAVRAS-CHAVE: Mecânica Geral; Física; Matemática; ensino.

ABSTRACT: Generally, students pursuing engineering face difficulties in aligning the mathematical knowledge studied in subjects such as Analytical Geometry, Linear Algebra, Calculus I, and Physics I with the subsequent courses in their programs. In this context, the aim of this research is to identify the difficulties faced by students regarding the concepts of Mathematics and Physics in learning General Mechanics. Methodologically, the article proposes a qualitative investigation through the application of a questionnaire, via *Google Forms*, directed to students from the Mechanical Engineering, Naval Engineering, Civil Engineering, and Chemical Engineering programs at a Higher Education Institution. The questionnaire contains questions aimed at identifying students' difficulties regarding the content covered in the subjects of Analytical Geometry, Linear Algebra, Differential and Integral Calculus, and Physics I. The selection of these subjects as objects of analysis seeks to identify potential gaps in prior knowledge that hinder academic performance in General Mechanics, as well as investigate the causes of the high failure rate observed in this course. In total, eight students agreed to participate and answered the questionnaire. Based on the analysis of the responses, it was concluded that there is a lack of a solid foundation, combined with a lack of contextualization of the content. Moreover, it was found that the difficulties are not limited to mathematical techniques, but also involve cognitive and pedagogical aspects, such as abstraction, geometric visualization, and conceptual understanding.

KEYWORDS: General Mechanics; Physics; Mathematics; teaching.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG, wesleysousamendes@gmail.com

² Profa. Dra. na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, elainecorrea@furg.br

³ Profa. Dra. na Universidade Federal do Rio Grande – FURG, lilianeantiqueira@furg.br



INTRODUÇÃO

Em sua maioria, os alunos dos cursos de Engenharia possuem dificuldades em articular os saberes matemáticos adquiridos nas disciplinas fundamentais, como Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo I e Física I, com as disciplinas profissionalizantes dos cursos de Engenharia, como Mecânica Geral. Essa constatação também é reforçada por Charalambides *et al.* (2023), ao demonstrarem que muitos estudantes de Engenharia ingressam com bases matemáticas frágeis e têm dificuldade em compreender e aplicar os conceitos necessários às disciplinas técnicas, mesmo diante de novas abordagens didáticas adotadas pelos docentes. Esse cenário se agrava devido a uma base educacional deficiente, pois as lacunas no preparo matemático e nas competências básicas desenvolvidas no ensino secundário dificultam a transição dos estudantes para os cursos de Engenharia e contribuem para o baixo desempenho nas disciplinas iniciais (Pepin, Biehler e Gueudet, 2021; Wilkins, 2021).

Tendo em vista essas afirmações, surge o questionamento: quais dificuldades os estudantes enfrentam ao tentar vincular conceitos teóricos à prática da Engenharia? Durante os cursos de Engenharia, são apresentadas diversas situações em que há necessidade de observação crítica para analisar problemas e formular soluções eficazes. Em grande parte, essas soluções envolvem a modelagem matemática do problema, aspecto fundamental no processo de engenharia, como destacam Zorn, Banning e Kober (2021), ao evidenciar que muitos estudantes ainda apresentam dificuldades para aplicar modelos matemáticos na resolução de problemas reais.

Segundo Silva e Ribeiro (2010), o domínio das disciplinas básicas contribui significativamente para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da abstração, capacidades essenciais para compreender os sistemas físicos abordados em Mecânica Geral. Como discutido por Nwulu & Muchie (2019), o desenvolvimento de competências de modelagem matemática é central no processo de *design* em Engenharia, fornecendo ferramentas analíticas necessárias para resolver problemas do mundo real.

Nesse contexto, é importante destacar que, conforme Piaget (1976), a construção do conhecimento científico exige a integração progressiva entre teoria e prática. Isso implica que a formação do engenheiro deve ocorrer de forma articulada, respeitando a sequência lógica e conceitual das disciplinas. Conforme Gu (2023), a divisão persistente entre teoria e prática na formação em Engenharia compromete a aprendizagem significativa e reduz o engajamento dos estudantes;



assim, é razoável inferir que currículos pouco integrados podem contribuir para sentimentos de desmotivação e, potencialmente, para processos de evasão acadêmica. Além disso, como salientam Burkholder, Murillo-Gonzalez e Wieman (2021), a preparação do aluno no Ensino Básico é uma variável importante para determinar o desempenho dos alunos em certas disciplinas introdutórias dos cursos de Engenharia Mecânica, Química, Civil e de Alimentos.

Dessa forma, torna-se essencial promover a interdisciplinaridade entre as matérias fundamentais e as matérias profissionalizantes, com projetos integradores, metodologias ativas e contextualizações que ajudem o aluno a perceber a relevância da Matemática e da Física na solução de problemas reais da Engenharia. Todavia, tais estratégias não devem ser compreendidas como soluções isoladas, sendo necessária a articulação com abordagens pedagógicas que considerem os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem e na resolução de problemas em Engenharia. De acordo com Fleming (2011), é fundamental atribuir significado às disciplinas teóricas de modo que os alunos compreendam a relevância de cada uma delas em seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, as disciplinas básicas e as específicas da Engenharia devem ser interligadas, com os professores dessas áreas oferecendo exemplos aplicáveis ao contexto profissional.

Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar as dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação aos conceitos de Matemática e Física no aprendizado de Mecânica Geral. Este trabalho está estruturado, para além desta introdução, nas seções de metodologia, resultados e discussão e, por fim, conclusão.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de cunho qualitativo, pois esse tipo de abordagem científica busca compreender a realidade do aluno de Engenharia por meio da mensuração de análises de dados coletados de forma estruturada. O foco é a objetividade, a generalização dos resultados e a replicabilidade dos métodos utilizados. Guba e Lincoln (1994) discutem a pesquisa qualitativa como uma opção de abordagem eficaz, que permite o pesquisador explorar fenômenos de maneira mais holística quando não há abundância de dados, tornando inviável a pesquisa quantitativa.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa qualitativa é válida, pois argumenta que a ênfase está na riqueza e na complexidade dos dados, ao invés da quantificação. Para Minayo (2012), uma análise fidedigna de cunho qualitativo precisa abordar



termos estruturantes, como a compreensão e interpretação das vivências e senso comum. Nesse caso, foi aplicado um questionário para compreender e interpretar as dificuldades dos discentes em relação às experiências em sala de aula. Para a aplicação do questionário, foi realizado um convite via *whatsapp*. Um *link* de acesso da plataforma *Google Forms* foi criado e compartilhado entre estudantes de cursos de Engenharia de uma Instituição de Ensino Superior (IES). O questionário possuía um termo de consentimento em seu cabeçalho, informando sobre o sigilo em relação aos nomes dos participantes. Assim, cada estudante foi codificado como Aluno 1, Aluno 2 e, assim, sucessivamente.

Oito alunos dos cursos de Engenharia deram o retorno, respondendo ao questionário. Apresenta-se o Quadro 1, a seguir, contendo informações a respeito dos participantes da pesquisa.

Quadro 1 – Participantes na pesquisa

Código	Curso	Número de vezes que cursou a matéria	Ano de ingresso na universidade
Aluno 1	Engenharia Mecânica	1	2023
Aluno 2	Engenharia Mecânica	1	2022
Aluno 3	Engenharia Mecânica	1	2022
Aluno 4	Engenharia Mecânica	2	2022
Aluno 5	Engenharia Mecânica	1	2023
Aluno 6	Engenharia Mecânica Naval	2	2020
Aluno 7	Engenharia Civil	1	2022
Aluno 8	Engenharia Química	1	2023

Fonte: elaborado pelos autores.

O questionário contém perguntas com o objetivo de identificar as dificuldades dos discentes em relação aos conteúdos abordados e sua integração com as disciplinas curriculares. A escolha por esse método justificou-se pela facilidade de acesso e gratuidade oferecidas pela ferramenta. Essa ideia corrobora a perspectiva de Gibson (2010), que destaca as entrevistas por *e-mail* como uma evolução significativa na coleta de dados qualitativos, proporcionando aos pesquisadores um meio econômico e conveniente para a geração de informações.

Além disso, o questionário *on-line* confere aos participantes a flexibilidade de responderem às questões conforme sua disponibilidade de tempo, característica vantajosa para indivíduos com rotinas acadêmicas intensas, conforme o relatado



por O'Connor e Madge (2002). Dessa forma, a aplicação do questionário buscou, em tese, alcançar a totalidade dos alunos dos cursos de Engenharia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das respostas dos discentes dos cursos de Engenharia da IES revelou importantes aspectos sobre as dificuldades enfrentadas na disciplina de Mecânica Geral; especialmente no que diz respeito à integração dos conhecimentos básicos de Matemática e Física. Os entrevistados evidenciaram dificuldades na interpretação dos enunciados dos problemas propostos. Este aspecto está relacionado à fragilidade na capacidade de esquematizar o problema e compreender sua dimensão física, resultando em dúvidas quanto ao que efetivamente é solicitado nas atividades propostas nas disciplinas.

Essa dificuldade se manifesta de forma mais explícita na disciplina de Física, principalmente quando os alunos são confrontados com questões como “Quais dúvidas surgem ao analisar sistemas de partículas e determinar as forças internas e externas que atuam nesses sistemas?”. Esse fato evidencia problemas de compreensão na aplicação das Leis de Newton, especialmente em situações envolvendo somatórios de forças em sistemas hiperestáticos.

Além disso, os alunos mencionaram outras dificuldades relacionadas à interpretação e manipulação das equações físicas, bem como à aplicação prática dessas equações, o que configura um problema recorrente no curso. O Aluno 6 relatou que foi prejudicado pelo Ensino Remoto (ER) durante a pandemia, o que agravou suas dificuldades de compreensão dos conteúdos. Ademais, enfatizou que a maior dificuldade ocorreu em Física I, uma vez que a modalidade de ensino remoto dificultou a sua compreensão em relação ao conteúdo ensinado.

O Aluno 1, por sua vez, mencionou dificuldades na parte de Dinâmica, lecionada no segundo semestre da disciplina de Mecânica Geral, pois não conseguiu aprender os conceitos de forma satisfatória em Física I. O Aluno 2, embora tenha ressaltado que compreendeu os enunciados dos problemas propostos, teve dificuldades em identificar se todas as etapas de resolução dos exercícios haviam sido realizadas.

O Aluno 5 relatou obstáculos na construção de gráficos e na associação entre integrais e áreas. Por sua vez, o Aluno 7 mencionou que sua principal dificuldade foi aprender todos os conceitos da disciplina no tempo em que ela foi



administrada. Esse fato ocorre, muitas vezes, devido às ementas das disciplinas serem muito extensas conforme a carga horária regulamentada.

Em relação ao ensino de Matemática fundamentado na teoria da aprendizagem significativa crítica, Chirone, Moreira e Sahelices (2021, p. 5), salientam que “implica romper com abordagens tradicionais de ensino em que o professor expõe conceitos e exemplos numéricos sem nenhuma referência com a realidade dos alunos”. Observa-se que as dificuldades que emergem na introdução efetiva da Matemática nos problemas de Mecânica Geral decorrem da abordagem tradicional adotada no ensino da disciplina, a qual frequentemente leva os estudantes a terem um aprendizado mecânico, em detrimento da compreensão profunda dos conceitos. Faria e Takahashi (2021) corroboram essa visão, atribuindo a principal dificuldade dos alunos à abstração dos conceitos físicos. Diante disso, entende-se que as dificuldades poderiam ser suavizadas por meio da contextualização dos conteúdos em exemplos e aplicações próprias da Engenharia.

No tocante à Trigonometria, que é pré-requisito para as disciplinas de Engenharia, os discentes relataram problemas específicos, como a dificuldade em determinar componentes e ângulos de vetores no espaço, assim como na correta aplicação das funções seno e cosseno. Para sanar essas dúvidas, o Aluno 7 necessitou recorrer ao auxílio do docente em horários extracurriculares, uma vez que tais conteúdos integram o currículo do Ensino Médio.

Em conformidade com Bishop *et al.* (1996), que destacam o distanciamento entre a teoria matemática e a prática da Engenharia como fator prejudicial ao ensino da Trigonometria, pode-se inferir que os estudantes não obtiveram um grau satisfatório de assimilação dos conceitos geométricos básicos, tanto no Ensino Básico quanto na disciplina de Geometria Analítica. Isso indica uma preparação inadequada dos alunos para o enfrentamento desses conteúdos no Ensino Superior.

No que se refere à Álgebra Linear, uma questão do questionário abordou as dificuldades na decomposição de vetores na base canônica e na sua aplicação à resolução de momentos, em que a matriz envolve os vetores canônicos (i, j, k), o braço de alavanca e a força decomposta nessas direções. O Aluno 7 apontou que essas dificuldades se originaram na própria disciplina de Álgebra Linear, especialmente quanto à visualização da ordem das colunas da matriz. Isso ocasiona trocas entre os vetores de força e do braço de alavanca, resultando em momentos com sentido invertido. Tal situação evidencia a dificuldade dos acadêmicos em relacionar cálculos abstratos às suas aplicações físicas, pois,



durante a resolução, não conseguem visualizar corretamente a direção do momento para confrontar o resultado obtido com o comportamento esperado do sistema. Juntamente com a Trigonometria, essa problemática configura uma das maiores barreiras enfrentadas pelos estudantes, dificultando a conexão entre os procedimentos matemáticos da Álgebra Linear e da Geometria Analítica e a solução de problemas típicos da Engenharia, principalmente devido à carência de práticas contextualizadas, conforme reforça Schoenfeld (1992).

A respeito da disciplina de Cálculo I, os entrevistados dissertaram sobre as dificuldades encontradas na resolução de integrais complexas, como integrais por partes, parciais e trigonométricas. A discussão centrou-se na dificuldade em aplicar tais integrais aos problemas e compreender seus conceitos na resolução dos exercícios, como no caso de cargas não uniformes aplicadas em vigas, conforme relatado pelos Alunos 3 e 6. Também foi ressaltado o despreparo na resolução de integrais, sendo que o Aluno 7 relatou que conseguiu resolver apenas as integrais simples, utilizando um processo mecânico de memorização.

Nesse sentido, a disciplina de Mecânica Geral possui um elevado número de reprovações e evasões, principalmente em razão de muitos discentes não conseguirem relacionar as integrais aos problemas propostos. Algumas dessas integrais exigem substituições ou manipulações algébricas, e os estudantes de Engenharia frequentemente demonstram dificuldades com a abstração e os procedimentos envolvidos na integração por partes e nas integrais trigonométricas, o que evidencia a necessidade de abordagens didáticas estratégicas, conforme reforça Ferrer (2016).

Levando em consideração o exposto, pode-se concluir que, em grande parte, os alunos estudam apenas para serem aprovados nas avaliações e constroem um conhecimento superficial em relação a determinados conteúdos. Essa situação contribui para que esses alunos apresentem maiores dificuldades ao avançarem para disciplinas mais complexas, articuladas às anteriores. Esse argumento reforça a ideia da necessidade de propostas contextualizadas, que promovam a articulação entre as disciplinas básicas da Engenharia e os conteúdos de disciplinas posteriores.

Diante dos aspectos já apresentados, foram observadas três fontes de dificuldades de aprendizagem dos engenheiros em formação, as quais estão sintetizadas no Quadro 2.



Quadro 2 – Fontes de dificuldades de aprendizagem

Fontes de dificuldades	Contextualização
1. Interpretação de Problemas Físicos e Aplicação das Leis de Newton.	Insegurança na identificação das forças atuantes em sistemas de partículas e corpos rígidos, problemas que envolvem somatórios de forças e momentos em sistemas hiperestáticos, visualização espacial e abstração matemática exigida para representar forças vetorialmente na matriz canônica.
2. Dificuldade na interpretação Trigonométrica e em Álgebra Linear.	Questões relacionadas à decomposição vetorial, ao uso de ângulos e às funções trigonométricas básicas, dificuldade, em manipular matrizes com vetores canônicos (i, j, k), conceitos de Álgebra Linear e na ligação entre operações matriciais e suas aplicações físicas.
3. Fragilidade no Cálculo Integral e sua Aplicação Prática.	Os alunos relataram dificuldades tanto na técnica quanto na interpretação conceitual das integrais, sobretudo quando envolvem métodos como substituição trigonométrica ou integração por partes.

Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, foram identificados pontos importantes. O primeiro deles refere-se ao fato de que a maioria dos estudantes indicou a ausência de contextualização dos conteúdos matemáticos e físicos, o que dificulta a percepção de sua utilidade em disciplinas que englobam as áreas de atuação da Engenharia. Outro ponto a ser destacado refere-se à busca por apoio docente fora do horário de aula, evidenciando que parte do suporte necessário para superar as dificuldades ocorre de forma paralela ao ensino formal. Ademais, a falta de integração entre disciplinas básicas e específicas foi apontada como fator de desmotivação e dificuldade.

Os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário evidenciam uma realidade recorrente nos cursos de Engenharia: o desafio de relacionar as disciplinas básicas aos conteúdos profissionalizantes, em especial na disciplina de Mecânica Geral. As falhas conceituais diagnosticadas, como a compreensão limitada das leis físicas, a interpretação vetorial inadequada e o domínio



insuficiente das integrais, apontam para um problema sistêmico na formação acadêmica.

Os achados corroboram os estudos de Silva e Ribeiro (2010), ao indicarem que o domínio das disciplinas básicas, como Cálculo, Álgebra Linear, Geometria Analítica e Física I, é condição essencial para o raciocínio lógico e a modelagem matemática, capacidades indispensáveis para o estudo da Mecânica Geral. A dificuldade de visualização espacial e de manipulação dos conceitos matemáticos, por exemplo, impacta diretamente a correta resolução de problemas envolvendo sistemas de forças, equilíbrio e análise vetorial.

A carência de contextualização prática dos conteúdos matemáticos e físicos prejudica a aprendizagem e contribui para sua fragmentação, pois esses conteúdos constituem a base das disciplinas profissionalizantes, conforme apontado por Schoenfeld (1992). Quando os estudantes não conseguem perceber a aplicação dos conceitos em situações reais da Engenharia, perdem o vínculo com o sentido da aprendizagem, o que compromete sua motivação e, eventualmente, contribui para os índices de reprovação e evasão acadêmica, como salientado por Gu (2023).

Dessa forma, os resultados aqui discutidos não apenas confirmam lacunas no ensino da Matemática ou da Física, mas também revelam a necessidade urgente de reformulação pedagógica. A proposta de integração curricular entre disciplinas básicas e profissionalizantes, com o uso de metodologias eficazes, projetos interdisciplinares e resolução de problemas contextualizados, surge como um caminho promissor para superar as barreiras que desafiam, principalmente, alunos que estão ingressando na universidade.

Embora a contextualização dos conteúdos e a integração entre disciplinas se apresentem como estratégias relevantes para aproximar a Matemática e a Física das aplicações da Engenharia, os resultados deste estudo indicam que os desafios observados são mais amplos. As dificuldades relatadas pelos estudantes envolvem processos de abstração, visualização espacial, interpretação de problemas e transferência do conhecimento para novas situações, aspectos que podem ser investigados à luz de diferentes perspectivas sobre a aprendizagem. Nesse sentido, abordagens cognitivistas, interacionistas, comportamentais e estudos oriundos das neurociências da aprendizagem podem oferecer subsídios para o desenvolvimento de intervenções pedagógicas capazes de favorecer não apenas a compreensão conceitual, mas também a construção de competências necessárias à resolução de problemas de Engenharia.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, de cunho qualitativo, teve como objetivo identificar as dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação aos conceitos de Matemática e Física no aprendizado de Mecânica Geral. Para isso, foram analisadas as respostas de oito alunos com base em um questionário aplicado sobre as dificuldades dos discentes em relação aos conteúdos abordados e sua integração com as disciplinas curriculares.

Assim, destaca-se a ausência de uma base sólida, aliada à falta de contextualização dos conteúdos, o que compromete a capacidade dos alunos de aplicar conceitos fundamentais na resolução de problemas de Engenharia. Constatou-se que as dificuldades não se restringem somente à técnica matemática, mas envolvem, também, aspectos cognitivos e pedagógicos, como a abstração, a visualização geométrica e a compreensão conceitual. Essas deficiências refletem uma formação fragmentada e pouco integrada, que tende a comprometer o desempenho acadêmico e a permanência dos estudantes nos cursos.

Além disso, observa-se que a metodologia tradicional de ensino, focada na memorização e na aprovação em avaliações padronizadas, compromete a construção do conhecimento. Esse aspecto é reforçado pelo relato dos estudantes sobre as limitações na resolução de integrais complexas, demonstrando que, mesmo após aprovação em disciplinas anteriores, os conteúdos não foram assimilados de forma profunda e duradoura a ponto de serem aproveitados em disciplinas posteriores.

Portanto, recomenda-se a implementação de estratégias pedagógicas interdisciplinares que promovam a articulação entre as disciplinas básicas e as aplicações práticas da Engenharia. Entretanto, os resultados sugerem que a superação das dificuldades identificadas demanda ações que extrapolem a contextualização dos conteúdos. Torna-se relevante investigar intervenções fundamentadas em diferentes perspectivas teóricas da aprendizagem, como as abordagens cognitivistas, interacionistas, comportamentais e neurocientíficas, de modo a favorecer o desenvolvimento do raciocínio, da abstração, da visualização espacial e da capacidade de transferência do conhecimento para situações profissionais. Assim, pesquisas futuras poderão avaliar a efetividade dessas diferentes estratégias no ensino de Mecânica Geral, contribuindo para uma formação mais consistente dos estudantes de Engenharia.



REFERÊNCIAS

- BISHOP, A. J. *et al.* (eds.). **International handbook of mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- BURKHOLDER, E. W.; MURILLO-GONZALES, G.; WIEMAN, C. Importance of math prerequisites for performance in introductory physics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 17, e010108, 2021.
- CHARALAMBIDES, M. *et al.* First year engineering students' difficulties with math courses: what is the starting point for academic teachers? **Education Sciences**, v. 13, n. 8, art. 835, 2023.
- CHIRONE, A. R. R.; MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C. Aprendizagem significativa crítica no ensino dos números e seus conjuntos. **Revista Dynamis**, v. 27, n. 2, p. 3-19, 2021.
- FARIA, M. S.; TAKAHASHI, E. K. Dificuldades de aprendizagem em Física no Ensino Superior: um estado da arte. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, 2021.
- FERRER, F. P. Investigating students' learning difficulties in integral calculus. **PEOPLE: International Journal of Social Sciences**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 310-324, 2016.
- FLEMING, N. D.; MILLS, C. Not another inventory, rather a catalyst for reflection. **To Improve the Academy**, v. 11, p. 137-155, 1992.
- GIBSON, L. **Using email interviews to research popular music and the life course**. Manchester: National Centre for Research Methods, University of Manchester, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.
- GU, B. Division and integration of theory and practice. **Education and Emerging Research**, v. 4, p. 1-7, 2023.
- GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. **Competing paradigms in qualitative research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.
- MERCK, M. F. *et al.* Engineering students' perceptions of mathematical modeling in a learning module centered on a hydrologic design case study. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 7, n. 2, p. 351-377, 2021.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.
- NWULU, N.; MUCHIE, M. Engineering design and mathematical modelling: concepts and applications. **African Journal of Science, Technology, Innovation and Development**, v. 11, n. 3, p. 269-270, 2019.
- O'CONNOR, H.; MADGE, C. Focus group in cyberspace: using the internet for qualitative research. **Qualitative Market Research: An International Journal**, v. 6, n. 2, p. 133-143, 2003.
- PEPIN, B.; BIEHLER, R.; GUEUDET, G. Mathematics in engineering education: a review of the recent literature with a view towards innovative practices. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 7, p. 163-188, 2021.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.



- SCHOENFELD, A. H. Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In: GROUWS, D. (ed.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. [S. l.: s. n.], p. 334-370, 1992.
- SILVA, A.; RIBEIRO, L. Raciocínio lógico e abstração nas disciplinas de Engenharia. **Revista de Educação em Engenharia**, v. 22, n. 1, p. 34-47, 2010.
- WILKINS, J. L. M. First mathematics course in college and graduating in engineering: dispelling the myth that beginning in higher-level mathematics courses is always a good thing. **Journal of Engineering Education**, 2021.