

# eduser

Competências matemáticas desenvolvidas em  
estudantes de engenharia no Brasil: uma análise de  
produções científicas utilizando a metodologia  
*methodi ordinatio*

Mathematical competencies developed in engineering  
students in Brazil: an analysis of scientific productions using  
the *methodi ordinatio* methodology

Competencias matemáticas desarrolladas en estudiantes de  
ingeniería en Brasil: un análisis de producciones científicas  
utilizando la metodología *methodi ordinatio*

ARNOLD VINICIUS PRADO SOUZA, ANDRÉ LUIS TREVISAN

ISSN 1645-4774 | e-ISSN 2183-038X  
<https://www.eduser.ipb.pt>



## Competências matemáticas desenvolvidas em estudantes de engenharia no Brasil: uma análise de produções científicas utilizando a metodologia *methodi ordinatio*

Mathematical competencies developed in engineering students in Brazil: an analysis of scientific productions using the *methodi ordinatio* methodology

Competencias matemáticas desarrolladas en estudiantes de ingeniería en Brasil: un análisis de producciones científicas utilizando la metodología *methodi ordinatio*

ARNOLD VINICIUS PRADO SOUZA<sup>1</sup>, ANDRÉ LUIS TREVISAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Ponta Grossa; Brasil; 0000-0001-5754-500X; arnoldvinicius@alunos.utfpr.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Londrina; Brasil; 0000-0001-8732-1912; andreluistrevisan@gmail.com

**RESUMO:** O presente artigo tem como objetivo identificar pesquisas sobre as competências matemáticas desenvolvidas em estudantes de Engenharia e as metodologias que contribuem para esse desenvolvimento. O estudo foi conduzido por meio de uma revisão sistemática, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio* na identificação e na análise dos dados relevantes, com delimitação temporal de 2013 até 2024, configurando-se como uma pesquisa qualitativa. Enquanto resultados, identificou-se que as principais competências incluem o pensamento estratégico, a compreensão do cálculo, a modelagem de problemas e métodos computacionais. A análise sugere que mudanças metodológicas e abordagens interativas são necessárias para minimizar os desafios no processo de aprendizagem dos estudantes nas disciplinas matemáticas e as taxas de evasão nos cursos de Engenharia no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Matemática; Educação em Engenharia; Competências Matemáticas; Methodi Ordinatio.

**ABSTRACT:** The present article aims to identify research on the mathematical competencies developed in Engineering students and the methodologies that contribute to this development. The study was conducted through a systematic review, using the *Methodi Ordinatio* methodology to identify and analyze relevant data, with a temporal delimitation from 2013 to 2024, characterizing it as qualitative research. As a result, it was identified that the main competencies include strategic thinking, calculus comprehension, problem modeling, and computational methods. The analysis suggests that methodological changes and the adoption of interactive approaches are necessary to minimize the challenges in students' learning processes in mathematical disciplines and the dropout rates in Engineering programs in Brazil.

**KEYWORDS:** Mathematics Teaching; Engineering Education; Mathematical Competencies; Methodi Ordinatio.

**RESUMEN:** El presente artículo tiene como objetivo identificar investigaciones sobre las competencias matemáticas desarrolladas en estudiantes de Ingeniería y las metodologías que contribuyen a este desarrollo. El estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática, utilizando la metodología *Methodi Ordinatio* para la identificación y análisis de datos relevantes, con una delimitación temporal de 2013 a 2024, configurándose como una investigación cualitativa. Como resultado, se identificó que las principales competencias incluyen el pensamiento estratégico, la comprensión del cálculo, la modelización de problemas y los métodos computacionales. El análisis sugiere que son necesarios cambios metodológicos y enfoques interactivos para minimizar los desafíos en el aprendizaje de los estudiantes en las disciplinas matemáticas y las tasas de deserción en los programas de Ingeniería en Brasil.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las Matemáticas; Educación en Ingeniería; Competencias Matemáticas; Methodi Ordinatio.

### 1. Introdução

Nos últimos anos, as taxas de evasão nos cursos de Engenharia no Brasil têm crescido exponencialmente. Segundo o Parecer CNE/CES nº 1/2019 (Ministério da Educação. Conselho Nacional de

Educação [ME/CNE], 2019a), esse crescimento se mantém em um patamar elevado, da ordem de 50% nas graduações de ofertas de alguma Engenharia. É indiscutível o lugar e o papel que a matemática desempenha nos cursos superiores da área de exatas, ao fornecer aos estudantes uma base sólida para o aprendizado de outras disciplinas. No entanto, as elevadas taxas de reprovação em disciplinas matemáticas têm comprometido a progressão acadêmica e contribuído para o aumento da evasão estudantil (Hora et al., 2017). Segundo os autores, existe um consenso entre os pesquisadores, “de que a maior parte das reprovações ocorre nos primeiros semestres dos cursos” (Hora et al., 2017, p. 72), quando o estudante recém-chegado à universidade precisa cursar disciplinas de Matemática, como Cálculo, Probabilidade e Estatística, Álgebra Linear e Álgebra Vetorial, e reprovações sucessivas podem levá-lo a abandonar o curso (Passos et al., 2007). Essas disciplinas devem contribuir para a formulação e solução de problemas de diversas áreas, para a análise e compreensão de fenômenos e sua validação por experimentação e para a comunicação eficaz, oral, escrita e gráfica (ME/CNE, 2019b). Além disso, essas disciplinas constituem-se como importantes ferramentas no desenvolvimento de competências para a interpretação e resolução de problemas do cotidiano profissional (Guimarães, 2019).

Entretanto, além da defasagem no conhecimento matemático prévio dos estudantes (Ghedamsi & Lecorre, 2021; Zarpelon et al., 2017), a estrutura didático-pedagógica dos cursos de Engenharia (Zarpelon et al., 2017), na qual prevalece ainda uma metodologia de ensino tradicional que prioriza aulas expositivas e centradas no professor (Cabral, 2015), contribuem para os altos índices de reprovação e evasão desta disciplina no Brasil (Fontes & Gontijo, 2022), ou para ofuscar a natureza da matemática, que os estudantes vivenciam ao cursar a disciplina de “cálculo” e as relações que são estabelecidas sobre o seu aprendizado ao longo do curso, não só no Brasil, mas em várias nações ou regiões do mundo (Thompson & Harel, 2021). Assim, apesar dos avanços em fundamentos teóricos a respeito do ensino e da aprendizagem da matemática terem contribuído para as pesquisas no âmbito do Ensino Superior, poucos são os seus reflexos na sala de aula que contemplem essas disciplinas (Rasmussen et al., 2014). É fundamental, portanto, enquanto professores de cursos de Engenharia, refletirmos e pesquisarmos a nossa situação particular para avançarmos na busca por minimizar os problemas por nós enfrentados (Borssoi et al., 2017).

Na Resolução CNE/CES nº 11/2002, já se ressaltavam aspectos fundamentais para os modelos de curso de Engenharia. No artigo 5º, o 1º destaca a necessidade de trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Já o 2º enfatiza a importância de atividades complementares, como iniciação científica, projetos multidisciplinares, trabalhos em equipe e outras ações empreendedoras para fortalecer o projeto pedagógico (ME/CNE, 2002).

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia (ME/CNE, 2019b), destacam ainda que se deve proporcionar, ao longo da formação, o desenvolvimento de competências relacionadas à formulação e concepção de soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas. Por outro, apontam, também, o desenvolvimento de competências mais amplas que envolvem aspectos relacionados à comunicação, trabalho em equipes e atitude investigativa. Assim, estimula-se a formação de um profissional que, além da “forte formação técnica”, seja também humano, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético (Gaffuri et al., 2020). Podemos destacar ainda o uso de metodologias de ensino mais modernas (Coelho et al., 2022) e a formação por meio de competências<sup>1</sup> que supram as necessidades de mercado.

Destacamos que inicialmente este artigo, foi desenvolvido no contexto da disciplina “Fundamentos Metodológicos para a Pesquisa de Ensino” de um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Entretanto, decidimos aprofundar um pouco mais a pesquisa estendendo o período temporal das buscas, mas com o mesmo objetivo inicial: *avaliar trabalhos existentes sobre competências matemáticas que podem ser desenvolvidas por estudantes de Engenharia, bem como metodologias que possam contribuir para esse desenvolvimento*. Destacamos ainda, que o presente artigo está alinhado à proposta da tese do primeiro autor, que se refere à análise das contribuições evidenciadas a partir do trabalho com episódios de resolução de tarefas na disciplina de CDI (Trevisan & Mendes, 2018; Trevisan, 2022) no tocante às competências esperadas do egresso de cursos de Engenharia.

---

<sup>1</sup> Competências são formadas por conhecimento dos conteúdos, adicionados de habilidades de uso deste conhecimento e de atitudes ao fazê-lo (Associação Brasileira de Educação em Engenharia [Abenge], 2020, p.21).

No intuito de alcançar o objetivo proposto neste artigo, utilizou-se a *Methodi Ordinatio* (Pagani et al., 2015; 2017) para auxiliar na seleção dos materiais que formaram o *locus* documental que será analisado. Destacamos que essa metodologia nos permite analisar a relevância de trabalhos científicos de acordo com o ano de publicação, números de citações desses artigos e o fator de impacto.

Como opção de organização e escrita, a próxima seção, apresentamos as questões metodológicas da pesquisa, na sequência, são discutidas metodologias que podem auxiliar no desenvolvimento dessas competências, e por fim, apresentamos considerações finais, evidenciadas a partir do presente estudo.

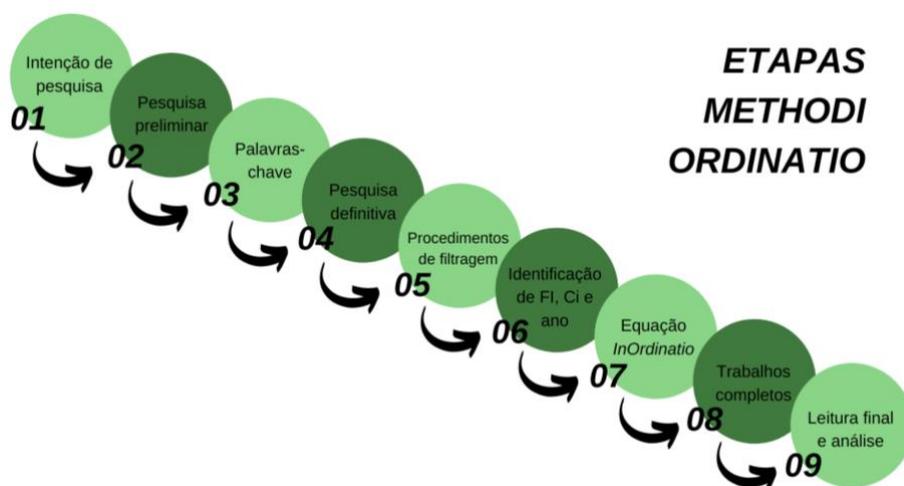
## 2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar os principais artigos que discutem as competências matemáticas que podem ser desenvolvidas por estudantes de Engenharia.

Para isso, utilizou-se a *Methodi Ordinatio* (Pagani et al., 2015; 2017), uma metodologia de revisão sistemática de literatura que orienta de maneira estruturada o processo de busca, coleta, seleção e leitura crítica de material científico, incluindo artigos, livros, capítulos e trabalhos apresentados em eventos. Ele oferece uma abordagem criteriosa para a identificação e análise de fontes relevantes, o que garante uma revisão abrangente e organizada da literatura disponível sobre um determinado tema. Possui nove etapas, conforme Figura 1, e, utiliza três fatores importantes para a classificação e escolha de um trabalho: ano de publicação, número de citações e fator de impacto.

Figura 1

Etapas da Metodologia *Methodi Ordinatio*.



Fonte: Adaptação de Pagani et al. (2015)

A primeira etapa da *Methodi Ordinatio* consiste na determinação da intenção do estudo, que deve se relacionar com o objeto de pesquisa. Nesse contexto, determinou-se avaliar pesquisas científicas existentes sobre as competências matemáticas que podem ser desenvolvidas por estudantes de Engenharia, bem como metodologias que podem contribuir para esse desenvolvimento. A segunda etapa refere-se a uma pesquisa preliminar nas bases de dados com as palavras-chave que delimitam o objeto de pesquisa, com a variação dos termos e boleadores. Com base nessa investigação, foram estabelecidos como eixos principais os descritores "Teaching of Mathematics" AND "skills" AND "Engineering Education".

Na terceira etapa, refere-se a delimitação e combinação dos descritores e escolha das bases de busca. Nesta pesquisa, as bases utilizadas, Web of Science, Scopus, Portal de Periódicos da CAPES e Educational Resources Information Center (ERIC), foram escolhidas conforme a indicação dos professores da disciplina, por serem reconhecidas como as principais bases de busca na área de pesquisa em ensino. Nesse sentido, utilizou-se a combinação "Teaching of Mathematics" AND "skills" AND "Engineering Education" nas buscas realizadas.

A quarta etapa consiste propriamente na busca dos trabalhos, que obteve um *locus* documental bruto de 583 artigos, publicados de 2013 até 2024, detalhados na Tabela 1. Dessa forma, esse intervalo foi definido para garantir a inclusão de estudos relevantes e contemporâneos, que pudessem contribuir para uma análise atualizada e contextualizada da temática em questão. Além disso, essa delimitação temporal permitiu focar em avanços e discussões recentes, proporcionando uma base sólida e pertinente para a fundamentação teórica da tese do autor.

**Tabela 1**

*Relação dos resultados brutos obtidos nas quatro bases de dados pesquisadas.*

A	B	C	D	TOTAL GERAL DE ARTIGOS
WEB OF SCIENCE	SCOPUS	ERIC	CAPEL	
360 documentos Filtros: Busca em tópicos; Artigos	88 documentos Filtro: artigos	5 documentos Filtros: Busca em artigos, revisados por pares	130 documentos Filtros: artigos	583 documentos

Fonte: Autor (2024).

Após a realização da pesquisa nas bases de dados, na quinta etapa, aplicam-se os procedimentos de filtragem, a fim de selecionar resultados de qualidade, utilizando o gerenciador de referência *Mendeley*. Trata-se de um gerenciador de referências gratuito que ajuda os pesquisadores a organizar suas bibliografias, colaborar com outros acadêmicos on-line e descobrir as últimas pesquisas. Ele permite armazenar, gerenciar e compartilhar documentos de pesquisa, além de gerar citações e bibliografias automaticamente (Lima, 2023). Nessa etapa, houve: a) exclusão dos artigos duplicados; b) leitura dos títulos, palavras-chave e resumos dos artigos selecionados com a intenção de eliminar materiais que não seguissem o tema da pesquisa; c) conferir se os trabalhos eram realmente apenas artigos, pois livros e capítulos são descartados por não existir um fator de impacto para eles. A partir disso, foram deletados 515 artigos, formando o *locus* documental com 68 trabalhos (Tabela 2).

**Tabela 2**

*Etapas realizadas como procedimentos de filtragem dos trabalhos localizados nas bases de dados Scopus, Web of Science, Eric e Capes.*

Procedimentos de Filtragem	Arquivos Deletados	Total
Número bruto de Artigos	-	583
Artigos excluídos (duplicados e fora do tema)	515	68
Locus documental final	-	68

Fonte: Autor (2024)

Na sexta etapa, com a definição dos artigos que formariam o *locus* documental final a partir dos procedimentos de filtragem, foram salvos os arquivos do *Mendeley* com o título *My Collection*, para, então, importar o arquivo para o gerenciador de referências *Jabref*. Após a coleta dessas informações, os artigos foram organizados e salvos em uma planilha no Excel. Após essa organização inicial, os dados foram encaminhados para a planilha *Rankin*, desenvolvida por Pagani et al. (2021), que traz o ano de publicação, o fator de impacto do periódico, no qual o trabalho foi publicado, além da identificação das citações desses artigos, localizadas no *Google Scholar*.

Na sétima etapa, os artigos selecionados foram classificados por meio da equação  $\ln \text{Ordinatio} = \left( \frac{\text{IF}}{1000} \right) + \alpha \times [10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})] + (\Sigma \text{Ci})$ . Com base nessa equação, destaca-se que o IF representa o fator de impacto dos periódicos;  $\alpha$  refere-se a um fator de ponderação que varia de 1 a 10, atribuído pelo próprio pesquisador; *ResearchYear* é o ano da realização da pesquisa; *PublishYear* é o ano de publicação do artigo selecionado para o *locus* documental; e  $\Sigma \text{Ci}$  é o número de citações do artigo (Pagani et

al., 2015). Após a aplicação da equação e o tratamento dos dados, classificaram-se os artigos de acordo com o *InOrdinatio*, ou seja, os resultados mais altos foram mais relevantes para a formação do *locus* documental.

A partir da classificação feita na etapa anterior, na oitava e nona etapa, iniciou-se a busca dos trabalhos completos nas bases de dados para leitura completa de cada um deles. Foram selecionados os treze primeiros artigos que apresentavam melhor *InOrdinatio* para análise detalhada, com base na aplicação rigorosa do método *Methodi Ordinatio*, que propõe esse número no intuito de identificar os estudos mais alinhados aos objetivos da pesquisa.

A partir dessa seleção, realizou-se uma leitura dos artigos de acordo com a classificação do *InOrdinatio*. O objetivo foi avaliar trabalhos existentes na literatura que abordam as competências matemáticas passíveis de desenvolvimento em estudantes de Engenharia e as metodologias que podem contribuir para esse desenvolvimento. A análise focou na identificação das competências matemáticas destacadas pelos autores, nas estratégias pedagógicas e metodológicas propostas para aprimorar essas competências e na eficácia dessas abordagens conforme relatado nos resultados dos artigos. Essa análise permitiu compreender quais práticas podem ser mais efetivas para o desenvolvimento das competências matemáticas necessárias à formação de engenheiros, proporcionando uma base sólida para possíveis recomendações e aplicação em contextos educacionais específicos. Na Tabela 3 apresentamos os artigos selecionados, destacando os seus temas principais e a relevância para a pesquisa.

**Tabela 3**

*Artigos selecionados pelo InOrdinatio.*

Nº	Título do artigo	Autor(es)	Períodico Publicado	InOrdinatio
1º	What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature.	Martín-Páez et al. (2019).	Science Education.	280,00
2º	Effects of a social regulation-based online learning framework on students' learning achievements and behaviors in mathematics.	Hwang et al. (2021).	Computers & Education.	213,01
3º	The Concept of Active Learning and the Measurement of Learning Outcomes: A Review of Research in Engineering Higher Education.	Hartikainen et al. (2019).	Education Sciences.	174,00
4º	Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning.	Lavi et al. (2021).	Studies in Educational Evaluation.	134,00
5º	Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills.	Hsu & Wang. (2018).	Computers & Education.	124,01
6º	Enhancing flipped mathematics education by utilising GeoGebra.	Weinhandl et al. (2020).	International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology.	117,00
7º	Teacher Knowledge for Active-Learning Instruction: Expert-Novice Comparison Reveals Differences.	Auerbach et al. (2018).	CBE—Life Sciences Education.	115,01
8º	Instructor Strategies to Alleviate Stress and Anxiety among College and University STEM Students.	Hsu & Goldsmith. (2021).	CBE—Life Sciences Education.	111,00
9º	Examples of Problem-Solving Strategies in Mathematics Education Supporting the Sustainability of 21st-Century Skills.	Szabo et al. (2020).	Sustainability.	110,00

10º	A Simple but Efficient Concept of Blended Teaching of Mathematics for Engineering Students during the COVID-19 Pandemic.	Busto et al. (2021).	Education Sciences.	109,00
11º	Effects of a successful mathematics classroom framework on students' mathematics self-efficacy, motivation, and achievement: a case study with freshmen students at a university foundation programme in Kuwait.	Hammad et al. (2022).	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.	108,00
12º	Exploring undergraduate engineering students' mathematical problem posing the case of integral-area relationships in integral calculus.	Nedaei et al. (2022).	Mathematical Thinking and Learning.	103,00
13º	Didactic Strategy Mediated by games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students	Zabala-Vargas et al. (2022).	EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education.	101,00

Fonte: Autor (2024)

### 3. Um panorama geral dos artigos analisados

A partir da leitura dos treze trabalhos na íntegra apresentamos na Tabela 4, as suas características metodológicas. Essa tabela foi elaborada para evidenciar os diferentes caminhos metodológicos identificados na revisão dos estudos, facilitando a compreensão das abordagens e técnicas empregadas em cada artigo. Na coluna intitulada trabalho, a numeração corresponde à posição dos artigos conforme o *InOrdinatio* apresentado na Tabela 4. Essa mesma referência será mantida nas tabelas subsequentes.

**Tabela 4**

*Caminhos Metodológicos da Pesquisa.*

Trabalho	Tipo de pesquisa	Forma de análise	Característica da pesquisa	Procedimentos
01	Bibliográfica	Qualitativa	Descritiva	Documental
02	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
03	Bibliográfica	Qualitativa	Explicativa	Documental
04	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
05	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
06	Campo	Qualitativa	Exploratória	Estudo de Caso
07	Campo	Qualitativa e quantitativa	Descritiva	Estudo de Caso
08	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
09	Bibliográfica	Qualitativa	Descritiva	Documental
10	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
11	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
12	Campo	Qualitativa e quantitativa	Descritiva	Estudo de Caso
13	Campo	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso

Fonte: Autor (2024)

Na Tabela 4, há uma descrição de como foram caracterizados cada um dos treze artigos. Em alguns trabalhos constava essa descrição, no entanto, para aqueles que não apresentava essa informação, elas foram identificadas na leitura integral dos artigos. Pode-se notar que dez trabalhos se caracterizam como pesquisa de campo e três como pesquisa bibliográfica. Gil (2008), destaca que uma pesquisa bibliográfica é formada

com base em materiais existentes, como artigos científicos e livros, enquanto a pesquisa de campo investiga informações práticas fornecidas a partir de um conjunto de pessoas ligadas ao problema a ser analisado.

Com relação à análise dos dados, verifica-se que 85% dos trabalhos analisados apresentam uma abordagem qualitativa, enquanto os 15% restantes apresentam uma abordagem mista (qualitativa-quantitativa). As pesquisas qualitativas não se fundamentam em uma análise numérica, mas buscam se aprofundar nas interpretações dos fenômenos presentes nos contextos analisados, já a quantitativa procura validar as suas hipóteses por meio de dados numéricos.

No tocante a característica da pesquisa, apenas um dos trabalhos (Weinhandl et al., 2020), se enquadra como uma pesquisa exploratória que, de acordo com Gil (2008), é um tipo de pesquisa que pode proporcionar maior familiaridade com o problema. Além disso, há, também, um trabalho (Hartikainen et al., 2019) que se categoriza como pesquisa explicativa, que Gil (2008) caracteriza como uma pesquisa delicada e complexa, pois tem interesse em procurar as causas e fatores que justifiquem a existência do fenômeno analisado em questão. Por fim, das treze pesquisas examinadas, onze se configuram como pesquisas descritivas. De acordo com Gil (2008), “pesquisas descritivas têm a finalidade de descrever as características de determinado fenômeno ou de uma população, oferecendo um retrato detalhado da realidade investigada” (p. 42). Esse tipo de pesquisa se destaca por seu foco na documentação minuciosa e na representação das características e dinâmicas do objeto de estudo, sem a intenção de alterar ou manipular a situação observada.

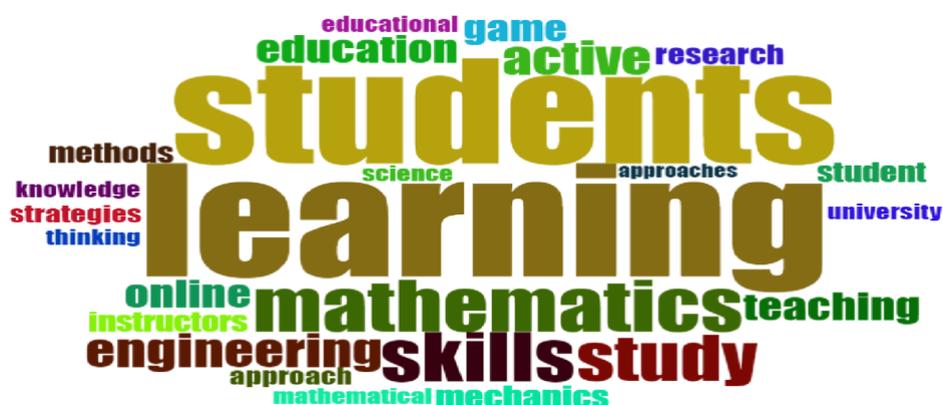
A abordagem descritiva é crucial quando o objetivo é entender e detalhar as variáveis envolvidas em um fenômeno específico, proporcionando uma visão clara e abrangente sobre a realidade pesquisada. Esse método permite identificar padrões, tendências e características que podem servir como base para futuras análises e pesquisas mais profundas. A riqueza de detalhes fornecida por estudos descritivos é essencial para a construção de um conhecimento robusto e fundamentado sobre o tema em questão.

Em relação ao procedimento da pesquisa, identificou-se pesquisas documentais e de estudos de caso. Para Gil (2008), a pesquisa documental se assemelha à pesquisa bibliográfica, e, a diferença está nas fontes de dados, nas quais ainda há a existência de materiais sem tratamento analítico ou que podem se reestruturar com base em seus objetos de estudo. Já o estudo de caso é aprofundado, pois permite um amplo conhecimento sobre o objeto escolhido para análise. No *locus* documental, encontraram-se três estudos documentais e dez estudos de caso.

Com o *locus* documental selecionado, foi possível, através do Bibliometrix, a criação de uma nuvem de palavras. A nuvem de palavras realizada com base em Ramalho et al. (2019), possui vários termos destacados, de forma que cada palavra tenha seu tamanho orientado pela relevância em determinado *corpus* de texto.

Figura 2

Nuvem de palavras formada a partir das palavras-chaves selecionadas.



Fonte: Resultados da pesquisa feita no bibliometrix (2024)

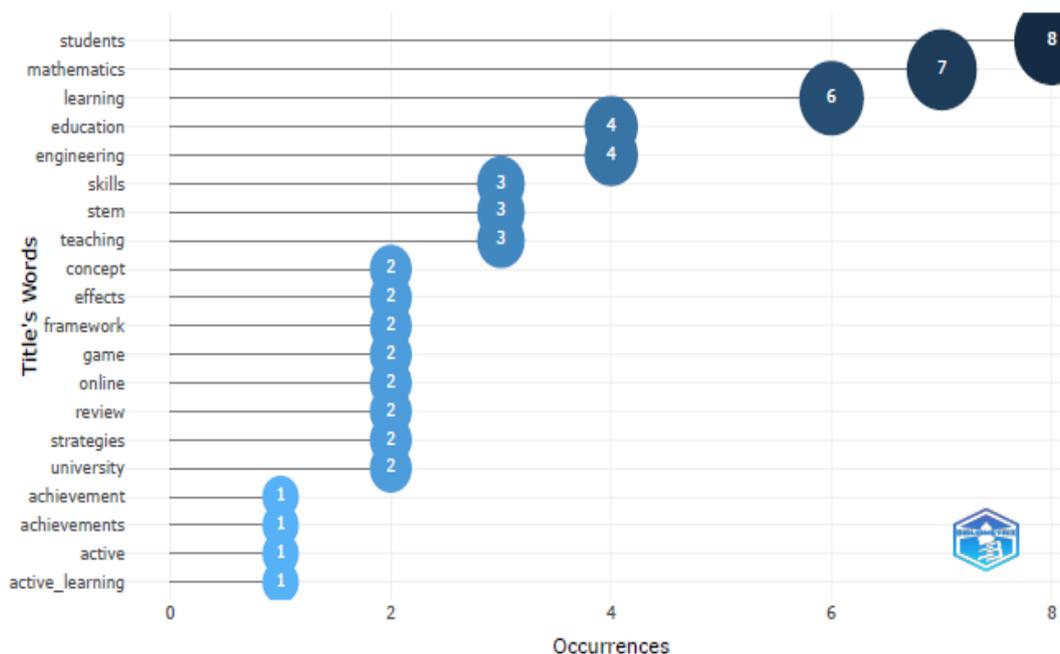
Ao observar as palavras chaves da pesquisa, destaca-se que houve a incidência de termos como “*mathematics*”, “*students*”, “*engineering*”, “*learning*” e “*skills*”, que aparecem em alguns trabalhos verificados. A nuvem dá indícios de algumas pistas em relação às competências matemáticas desenvolvidas por estudantes

de Engenharia, não se podem distanciar de reflexões referentes a questões metodológicas e ao uso de estratégias diferenciadas.

Com a utilização do Bibliometrix, ainda foi possível verificar a ocorrência de algumas expressões presentes no *locus* documental como mostra a Figura 3.

**Figura 3**

*Ocorrência de expressões no locus documental de pesquisa.*



Fonte: Resultados da pesquisa feita no Bibliometrix (2024)

Observa-se, ainda, que as palavras de mais relevância e ocorrência foram: “*students*”, “*mathematics*” e “*learning*”, seguidas de “*education*” e “*engineering*”. Como citado anteriormente, 46% dos artigos têm como foco pensar no desenvolvimento do estudante, estabelecendo a relação da Matemática com a Engenharia e demonstrando a importância de produção de metodologias e estratégias diferenciadas que auxiliem no processo de construção de aprendizagens significativas, que possam contribuir no desenvolvimento de competências matemáticas nesse contexto de estudo.

#### 4. O que apontam os artigos estudados?

Nessa seção, trazemos uma descrição de cada um dos artigos analisados, destacando seus objetivos, metodologias de ensino subjacentes ao desenvolvimento de competências e principais conclusões.

O artigo com a maior classificação no *InOrdinatio* foi “*What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature*”. Este estudo oferece uma revisão teórica da literatura sobre a educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), com foco no desenvolvimento de competências específicas em estudantes. A educação STEM busca integrar essas quatro áreas para resolver problemas reais usando conhecimentos interdisciplinares. Embora não haja uma área dominante, o uso de estratégias como projetos integrados e robótica se destaca na promoção de habilidades específicas, como colaboração e aplicação de conceitos de Física, Matemática, Química e Programação. A análise revelou que, apesar da falta de fundamentação teórica robusta sobre educação STEM, metodologias como aprendizagem por projetos, investigação e exemplos contextuais podem melhorar significativamente os resultados de aprendizagem (Martín-Páez et al., 2019).

O segundo artigo analisado, “*Effects of a social regulation-based online learning framework on students' learning achievements and behaviors in mathematics*”, examina como a proficiência matemática é essencial

em áreas como Ciência, Engenharia e Tecnologia. Embora os conhecimentos matemáticos sejam fundamentais no Ensino Superior, muitos estudantes resistem a cursos dessa área devido à ansiedade e fracassos anteriores. O estudo destaca que cursos *on-line* podem promover a aprendizagem autorregulada através da troca de estratégias entre estudantes, prática conhecida como regulação social. Ao comparar dois grupos—um que usou regulação social e outro com aprendizagem autorregulada convencional—o estudo constatou que a abordagem baseada na regulação social resultou em um melhor desempenho, um maior protagonismo estudantil e a busca ativa por materiais suplementares. Em contraste, o grupo com aprendizagem autorregulada convencional focou apenas em testes e *feedback* dos professores, com menor engajamento e busca por recursos adicionais. A análise revelou que a regulação social promoveu melhorias significativas no pensamento algébrico e na resolução de problemas, enquanto a abordagem convencional resultou em menor participação ativa dos estudantes (Hwang et al., 2021).

O terceiro artigo, *“The Concept of Active Learning and the Measurement of Learning Outcomes: A Review of Research in Engineering Higher Education,”* revisa a literatura sobre aprendizagem ativa no Ensino Superior de Engenharia. As questões principais abordadas são: como a aprendizagem ativa é definida e justificada e quais são os resultados e métodos de medição dessa aprendizagem. O estudo revela que a aprendizagem ativa é frequentemente tratada como uma abordagem instrucional, enfatizando que ela está associada ao desenvolvimento do conhecimento e pode ajudar a desenvolver competências matemáticas essenciais para enfrentar desafios acadêmicos. O conceito de aprendizagem instrucional refere-se a práticas pedagógicas que envolvem a participação ativa do estudante na construção do conhecimento. O estudo não especifica quais competências matemáticas são desenvolvidas por meio da aprendizagem ativa, mas destaca sua importância para superar dificuldades no percurso estudantil (Hartikainen et al., 2019).

O quarto artigo, *“Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning”*, examina como habilidades do século XXI são desenvolvidas em um Instituto de Tecnologia de Israel, com foco em métodos de ensino e aprendizagem no contexto STEM. Um questionário foi aplicado a cerca de 1.500 estudantes e ex-estudantes, que avaliaram 14 habilidades, como a resolução de problemas complexos, criatividade, e pensamento crítico. As habilidades gerais receberam as maiores pontuações, seguidas pelas habilidades específicas de STEM e, por último, as interpessoais. O estudo destaca a importância de métodos ativos, como projetos e aulas de laboratório, na promoção dessas competências e contribui para a base teórica ao preencher lacunas na literatura sobre ensino superior STEM. Metodologicamente, a pesquisa identifica e correlaciona métodos de ensino específicos com as competências desenvolvidas e sugere sua aplicação prática para melhorar a preparação dos estudantes para o século XXI em outros institutos de ensino superior STEM (Lavi et al., 2021).

O quinto artigo, *“Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills”*, examina como a mecânica de jogo e perguntas geradas pelos estudantes influenciam o desenvolvimento do pensamento algorítmico no sistema de aprendizado *on-line Turtle Graphics Tutorial System (TGTS)*. A mecânica de jogo refere-se às regras e sistemas que tornam o aprendizado mais interativo. Os resultados mostram que o TGTS com mecânicas de jogo melhora significativamente as habilidades de pensamento algorítmico e a resolução de quebra-cabeças. No entanto, a adição de perguntas geradas pelos estudantes foi menos eficaz para a resolução de quebra-cabeças, ainda que tenha aumentado o engajamento e a motivação dos estudantes (Hsu & Wang, 2018).

O sexto artigo, *“Enhancing flipped mathematics education by utilising GeoGebra”*, aponta que a integração de novas abordagens educacionais com tecnologias modernas pode tornar o ensino da matemática mais adaptável às necessidades dos estudantes do século XXI. O estudo exploratório teve como objetivo investigar como os ambientes e configurações de aprendizagem devem ser projetados para incorporar efetivamente a abordagem invertida e o uso do GeoGebra. A abordagem invertida é uma metodologia em que o formato tradicional de aula é "invertido": em vez de introduzir novos conceitos durante as aulas e usar o tempo fora da sala para tarefas, os estudantes estudam o conteúdo teórico em casa, por meio de vídeos, leituras ou outros materiais, e utilizam o tempo de aula para discutir, praticar e aplicar o conhecimento. A análise qualitativa dos dados, baseada em abordagens de *design* e teoria fundamentada, revelou que categorias como (a) definição e design claros da tarefa, (b) *feedback*, (c) contexto e benefícios, e (d) ambientes de aprendizagem de fonte única são cruciais para os estudantes ao utilizar o GeoGebra para aprimorar a educação invertida (Weinhandl et al., 2020).

O sétimo artigo, "*Teacher Knowledge for Active-Learning Instruction: Expert-Novice Comparison Reveals Differences*", analisa como o conhecimento dos professores afeta a implementação de métodos de aprendizagem ativa. O estudo comparou professores experientes e iniciantes para identificar o conhecimento essencial para uma aprendizagem ativa eficaz em cursos de graduação em STEM. Embora estratégias de aprendizagem ativa possam aprimorar habilidades dos estudantes, a aplicação varia significativamente, com muitos instrutores implementando-as inadequadamente. O estudo destaca a importância de um conhecimento sólido sobre ensino e aprendizagem e sugere que aprimorar a formação dos professores pode melhorar a eficácia da aprendizagem ativa. Foi desenvolvido um instrumento de análise de aula para comparar o conhecimento de especialistas e novatos, que revelou que especialistas focam mais em responsabilizar os estudantes, entender suas dificuldades e promover oportunidades para pensar e gerar ideias. A pesquisa sugere treze componentes críticos da instrução para uma implementação bem-sucedida da aprendizagem ativa, como responsabilizar os estudantes, monitorar e responder ao pensamento deles e criar oportunidades de trabalho gerativo (Auerbach et al., 2018).

O oitavo artigo, "*Instructor Strategies to Alleviate Stress and Anxiety among College and University STEM Students*", explora como professores podem reduzir o estresse e a ansiedade dos estudantes com estratégias pedagógicas eficazes. O estudo sugere capacitar os professores para identificar e mitigar fatores de estresse, criar uma conexão mais inclusiva com os estudantes e aplicar avaliações alinhadas com as estratégias de ensino. Ele destaca, também, a importância de ensinar habilidades de gerenciamento de tempo e estudo. Embora focado em estudantes de STEM, as metodologias propostas são amplamente aplicáveis. O artigo conclui que mais pesquisas são necessárias para identificar as melhores práticas para aliviar o estresse e a ansiedade dos estudantes (Hsu & Goldsmith, 2021).

O nono artigo, "*Examples of Problem-Solving Strategies in Mathematics Education Supporting the Sustainability of 21st-Century Skills*", revisa a literatura sobre o ensino de resolução de problemas para desenvolver habilidades do século XXI. Ele expande o método de George Pólya, ao demonstrar que a aplicação de métodos específicos de resolução de problemas pode melhorar a capacidade dos estudantes de enfrentar desafios reais. O estudo apresenta exemplos práticos e estratégias para ajudar os professores a promover habilidades essenciais para o século XXI, com vistas a formar cidadãos críticos e proativos. Destaca a importância de integrar essas habilidades no ensino da matemática e propõe mais pesquisas para aprimorar a aplicação desses métodos na educação (Szabo et al., 2020).

O décimo artigo, "*A Simple but Efficient Concept of Blended Teaching of Mathematics for Engineering Students during the COVID-19 Pandemic*", apresenta um estudo de caso sobre um método de ensino misto aplicado ao Departamento de Engenharia da Universidade de Trento durante a pandemia. O ensino misto combina aulas presenciais com streaming *on-line* para estudantes ausentes. O conceito técnico preserva a eficácia do ensino tradicional com quadro negro, mantendo a interação e a qualidade das aulas, mesmo em um formato remoto. A pesquisa demonstra a importância da interação e do cuidado no processo de ensino para o desenvolvimento adequado das competências matemáticas. O artigo não propõe um novo conceito pedagógico para o ensino de matemática, mas apresenta um método técnico para manter a qualidade do ensino com quadro negro durante a pandemia, utilizando *streaming on-line* para estudantes em casa. O estudo se baseia na premissa de que o ensino de matemática é um processo criativo que exige a interação física entre o professor e os estudantes. Além disso, destaca a importância da interação e troca de experiências entre os estudantes. A comparação entre o ensino presencial e o *on-line* confirma que essas interações são essenciais para o desenvolvimento eficaz das competências matemáticas (Busto et al., 2021).

O décimo primeiro artigo, "*Effects of a successful mathematics classroom framework on students' mathematics self-efficacy, motivation, and achievement: a case study with freshmen students at a university foundation programme in Kuwait*", apresenta um estudo de caso com calouros de Engenharia que examina a Sala de Aula de Matemática Bem-Sucedida (SMC). Concebida como uma estrutura conceitual para o ensino de matemática, a SMC inclui abordagens como metodologias específicas, trabalho em grupo, gamificação e a atitude do professor, visando melhorar a autoeficácia, motivação e desempenho dos estudantes. Através de testes e entrevistas com 130 estudantes, os resultados mostraram uma correlação positiva entre autoeficácia e desempenho, com a metodologia de ensino, o trabalho em grupo, a atitude do professor e a gamificação sendo os fatores mais impactantes. Recomenda-se a realização de mais pesquisas para explorar os efeitos da SMC em diferentes contextos educacionais e amostras maiores (Hammad et al., 2022).

O décimo segundo artigo, “*Exploring undergraduate engineering students’ mathematical problem-posing: the case of integral-area relationships in integral calculus*”, examina como estudantes de Engenharia formulam problemas sobre relações área-integral. O objetivo é ajudar a preencher uma lacuna na pesquisa de nível superior sobre a formulação de problemas matemáticos pelos estudantes, particularmente de estudantes de engenharia. O estudo envolveu 135 estudantes e utilizou quatro tarefas de formulação de problemas e entrevistas semiestruturadas. Os resultados mostraram que muitos problemas formulados eram solucionáveis apenas em matemática pura e que as formulações de problemas do mundo real não eram realistas. Os estudantes também enfrentaram dificuldades com a relação integral de área e tinham uma compreensão limitada de suas aplicações práticas. Além disso, o estudo sugere que formulações de problemas no ensino e na avaliação de Matemática podem ajudar a minimizar os obstáculos matemáticos trazidos por estudantes de engenharia, ao desenvolver a compreensão dos estudantes sobre aplicações de conceitos da disciplina de CDI. Essas tarefas podem ser usadas com mais frequência e estabelecer relações com as tarefas de resolução de problemas como parte do ensino e avaliação da matemática no nível universitário (Nedaei et al., 2022).

O décimo terceiro e último artigo, “*Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students*”, explora como a gamificação e a aprendizagem baseada em jogos pode melhorar o ensino de matemática para futuros engenheiros. O estudo qualitativo avaliou o impacto de estratégias didáticas baseadas em jogos em estudantes do primeiro ano de Engenharia, utilizando cinco unidades de ensino e sete grupos focais com 81 participantes da disciplina de CDI. Os resultados mostraram que os estudantes envolvidos na intervenção pedagógica baseada em jogos demonstraram alta motivação e melhoraram em termos de atenção, relevância, confiança e satisfação. O artigo conclui que a aprendizagem baseada em jogos pode aumentar a motivação e superar desafios no ensino de matemática (Zabala-Vargas et al., 2022).

Os artigos analisados indicam que metodologias inovadoras têm o potencial de desenvolver competências almeçadas em estudantes de Engenharia. A Tabela 5 organiza, uma breve descrição das metodologias utilizadas em cada um, além de indicar as competências matemáticas que cada metodologia visa desenvolver nos estudantes. Nota-se, entretanto, que nem todas as metodologias estão apresentadas de forma direta e clara nos artigos, com algumas lacunas a serem abordadas.

**Tabela 5**

*Metodologias inovadoras no ensino de matemática para estudantes de engenharia: desenvolvimento de competências matemáticas.*

N°	Metodologia	Descrição	Competências Matemáticas Desenvolvidas
01	Revisão da Literatura sobre a educação STEM. Porém, o artigo destaca metodologias como: Aprendizagem por Projetos (PBL), Investigação, Exemplos Contextuais e Robótica.	Revisão teórica da literatura sobre educação STEM.	Compreensão de tendências educacionais, aplicação de conceitos matemáticos em contextos reais, resolução de problemas complexos e interdisciplinares, colaboração em projetos integrados, pensamento crítico e analítico na análise de dados.
02	Aprendizagem Baseada na Regulação Social.	Troca de estratégias de estudo entre estudantes e acompanhamento mútuo durante o processo de aprendizagem.	Colaboração, comunicação matemática, resolução de problemas, autonomia, protagonismo e pensamento algébrico.
03	Revisão de Literatura sobre a aprendizagem ativa.	Envolvimento direto dos estudantes no processo de aprendizagem.	Pensamento crítico e analítico, aplicação de conceitos matemáticos, resolução de problemas, competência em raciocínio lógico.
04	Metodologias ativas como: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Aulas de Laboratório, Aprendizagem	Análise de percepções de estudantes e ex-estudantes sobre o desenvolvimento de habilidades do século 21.	Adaptabilidade, colaboração interdisciplinar, pensamento crítico, criatividade matemática, resolução de problemas complexos, competências de modelagem matemática.

Baseada em Problemas (PBL),  
Aprendizagem Colaborativa.

05	Gamificação e Metodologia ativa com perguntas Geradas por Estudantes, com foco na aprendizagem baseada em perguntas (Question-Based Learning), e no feedback Interativo.	Uso de mecânica de jogo e perguntas geradas pelos estudantes em um sistema de aprendizado baseado em quebra-cabeças.	Raciocínio algorítmico, criatividade matemática, lógica matemática, engajamento e motivação matemática.
06	Sala de Aula Invertida com uso do GeoGebra.	Abordagens invertidas combinadas com a ferramenta GeoGebra.	Exploração de conceitos matemáticos, visualização e modelagem, raciocínio lógico e crítico, autonomia e autorregulação.
07	Metodologia Ativa com estratégias de Aprendizagem Ativa para Professores.	Comparação de conhecimentos entre professores experientes e em início de carreira.	Adaptação de estratégias de ensino, resolução de problemas, raciocínio lógico, pensamento crítico, comunicação e justificação de soluções.
08	A metodologia seria Ensino Sensível ao Bem-Estar do Estudante com estratégias para Reduzir Estresse e Ansiedade.	Implementação de estratégias baseadas em evidências para criar um ambiente inclusivo.	Autorregulação, gestão emocional, trabalho colaborativo e comunicação, gerenciamento de tempo e compreensão e aplicação de conceitos matemáticos sob pressão.
09	Revisão de Literatura sobre o ensino de resolução de problemas matemáticos.	Aplicação de métodos específicos para resolver problemas matemáticos.	Resolução de problemas complexos, pensamento crítico e analítico, raciocínio lógico e estratégico, habilidades de comunicação matemática.
10	Ensino Misto de Matemática ou também metodologia híbrida.	Ensino misto com ações docentes tradicionais combinadas com streaming on-line.	Flexibilidade de aprendizagem, tecnologia educacional, raciocínio lógico e resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação matemática, competências colaborativas e aplicação prática de conceitos matemáticos.
11	Modelo de Sala de Aula de Matemática bem-sucedida. A metodologia de ensino baseada em estruturas de Aprendizagem Ativa, com foco em componentes como aprendizagem colaborativa, gamificação, abordagem centrada no estudante, mediação efetiva do professor e feedback contínuo.	Uso de uma estrutura conceitual chamada Sala de Aula de Matemática bem-sucedida (SMC).	Autoeficácia matemática, motivação para aprender, raciocínio lógico e resolução de problemas, pensamento crítico e aplicação de conceitos, gestão de tempo, organização, motivação e desempenho em matemática.
12	Metodologia de Ensino Baseada em Problemas (PBL - Problem-Based Learning), combinada com a Aprendizagem Contextualizada.	Exploração do uso de tarefas matemáticas. E formulação de problemas matemáticos.	Criatividade matemática, modelagem matemática, resolução de problemas, compreensão conceitual, pensamento crítico e comunicação matemática.
13	Metodologia de Ensino Baseada em Gamificação. Essa abordagem envolve a integração de mecânicas de jogos.	Uso de gamificação e aprendizagem baseada em jogos.	Engajamento, aplicação de estratégias de resolução de problemas, raciocínio lógico e pensamento crítico.

Fonte: Autores (2024)

A Tabela 5 oferece uma visão detalhada das metodologias inovadoras empregadas no ensino de matemática para estudantes de engenharia, destacando o desenvolvimento de competências matemáticas específicas. Entre as abordagens discutidas estão a Aprendizagem Baseada na Regulação Social, a Aprendizagem Ativa, a Gamificação, perguntas geradas por estudantes e a sala de aula invertida com

GeoGebra, além de outras metodologias mencionadas anteriormente na tabela. Essas metodologias são apresentadas com o objetivo de enriquecer o ensino e promover um aprendizado mais eficaz e engajador.

Podemos destacar que a Tabela 5 acima descreve a metodologia utilizada, uma breve descrição correspondente ao artigo e as competências matemáticas que se espera ser desenvolvidas pelos estudantes, como a resolução de problemas, o pensamento crítico, a aplicação de conceitos matemáticos e a colaboração interdisciplinar. As competências destacadas incluem o pensamento crítico e criativo, a resolução de problemas, a autoeficácia, a motivação, a aprendizagem ativa e as habilidades interpessoais, que refletem a diversidade e a profundidade das habilidades que as metodologias buscam promover.

Nesse sentido, Niss (2003, 2011) destaca que possuir competências matemáticas envolve a capacidade de aplicar esse conhecimento em contextos variados, o que é fundamental para o processo de formação e desenvolvimento em diferentes áreas. Essa perspectiva é corroborada pelo *Programme for International Student Assessment (PISA)*, que define competência matemática como a habilidade de um indivíduo de identificar e compreender o papel da Matemática no mundo. Essa definição enfatiza a importância de um raciocínio sólido e do uso fundamentado da Matemática, considerando as necessidades da vida como um cidadão construtivo, comprometido e reflexivo (OCDE/PISA, 2003).

Segundo Miranda et al. (2012), a Matemática desempenha um papel essencial na formação do engenheiro, não apenas ao apoiar a compreensão de questões técnicas e na resolução de problemas práticos, mas também ao fomentar uma visão crítica e abrangente do conhecimento, estimulando o raciocínio lógico. À luz das competências e habilidades estabelecidas pelas diretrizes curriculares, a Matemática se revela indispensável na preparação do engenheiro para o mercado de trabalho, facilitando sua compreensão da realidade socioeconômica, política e cultural em que está inserido (ME/CNE, 2002; 2019b).

Nesse sentido, concorda-se com Camarena (2011, 2013), ao afirmar que o desenvolvimento de competências não se limita à construção de conhecimentos, mas também engloba habilidades, atitudes e valores. Assim, as aulas de Matemática em um curso de Engenharia podem proporcionar não apenas o desenvolvimento de competências matemáticas, mas também a construção de competências laborais e profissionais, ao abordar problemas contextualizados na futura área de atuação do estudante (Bianchini et al., 2017).

O levantamento apresentado acima, proporciona uma visão abrangente das abordagens contemporâneas no ensino de matemática, que destaca a diversidade de estratégias e seu impacto potencial na aprendizagem e no desenvolvimento acadêmico dos estudantes de Engenharia. Os artigos mostram ainda que metodologias ativas e integradoras, como projetos, gamificação e regulação social, são eficazes no desenvolvimento de competências matemáticas essenciais para a formação de futuros engenheiros. Destacamos ainda que as estratégias de ensino precisam ir além do ensino tradicional conforme destaca Cabral (2015), e, conectar o conteúdo matemático à prática, promover o engajamento dos estudantes (ME/CNE, 2002; 2019b); bem como cuidar dos aspectos emocionais como ansiedade que pode surgir esse período durante a universidade, colaborando inclusive com a evasão dos estudantes conforme enfatizam Hora et al. (2017), Passos et al. (2007) e Thompson e Harel (2021).

## 5. Resultados e discussões

A análise dos treze artigos sob a ótica das competências matemáticas desenvolvidas por estudantes de Engenharia e das metodologias que contribuem para esse desenvolvimento, nos permite evidenciar dois eixos principais que estão relacionados com o nosso objetivo de pesquisa: as competências específicas identificadas e as metodologias que favorecem seu desenvolvimento.

No que tange às Competências Matemáticas Desenvolvidas, identificamos que os artigos podem ser agrupados em quatro características. São elas: pensamento algébrico e resolução de problemas matemáticos; compreensão conceitual e aplicação prática de Matemática; pensamento crítico e criativo; e, autoeficácia e motivação na aprendizagem Matemática.

A primeira característica envolve o “*Pensamento Algébrico e Resolução de Problemas Matemáticos*”, reúne os trabalhos que abordam e envolvem resolução de problemas e pensamento algorítmico. Nesse grupo destacamos os trabalhos de Hwang et al. (2021) e Szabo et al. (2020). A segunda envolve a “*Compreensão Conceitual e Aplicação Prática de Matemática*” e inclui a capacidade de relacionar teoria matemática a problemas do mundo real. Dentre os artigos, destacamos: Nedaei et al. (2022) e Hartikainen et al. (2019). A

terceira característica envolve o *“Pensamento Crítico e Criativo”* apontando a necessidade de abordar problemas complexos e criar soluções inovadoras. Dentre os artigos analisados destacamos o trabalho de Lavi et al. (2021) que busca a promoção de criatividade e pensamento crítico no ensino STEM. A quarta característica envolve a *“Autoeficácia e Motivação em Matemática”* ao buscar correlacionar o sucesso em atividades matemáticas e engajamento dos estudantes. Dentre os artigos analisados destacamos Hammad et al. (2022), que trabalha com o tema *“Sala de aula de matemática bem-sucedida (SMC)”* e explora como a estrutura conceitual SMC melhora a autoeficácia e a motivação dos estudantes, promovendo maior engajamento e desempenho em disciplinas matemáticas no Ensino Superior. O trabalho de Zabala-Vargas et al. (2022), trabalha com o tema Gamificação no ensino de Matemática e analisam os impactos da gamificação na motivação e no aprendizado dos estudantes, mostrando como jogos e desafios podem tornar a Matemática mais acessível e envolvente.

No segundo eixo *“Metodologias que favorecem seu desenvolvimento”* os trabalhos analisados, destacam diversas metodologias que impactam positivamente o aprendizado matemático de estudantes do curso de Engenharia. Dentre elas destacam: a *“Aprendizagem Baseada em Projetos”* que integra conceitos matemáticos a problemas interdisciplinares reais. Dentre os artigos destacamos o trabalho Martín-Páez et al. (2019), que trabalha com o tema sobre Projetos interdisciplinares no ensino STEM, onde os autores defendem o uso de projetos que integrem Matemática e Engenharia para conectar o aprendizado teórico a aplicações práticas, melhorando o entendimento e a motivação.

A segunda metodologia está relacionada à *“Gamificação e Aprendizagem Baseada em Jogos”*, que promove engajamento, atenção e motivação ao incorporar elementos lúdicos. Dentre os artigos analisados destacamos: Zabala-Vargas et al. (2022), sobre jogos como estratégia didática e Hsu & Wang (2018), que trabalha com o tema Gamificação para reduzir evasão, buscando demonstrar que o uso de elementos de gamificação em disciplinas como Cálculo melhora o desempenho acadêmico e reduz as taxas de evasão.

A terceira metodologia está relacionada à *“Regulação Social e Aprendizagem Colaborativa”* e busca fomentar a troca de estratégias e protagonismo dos estudantes. Dentre os artigos analisados destacamos o trabalho Hwang et al. (2021), que trabalha com o tema *“Regulação social e aprendizagem ativa”*, onde os autores mostram que estratégias de regulação social, como trabalhos em grupo e discussões colaborativas, promovem maior engajamento e melhor compreensão de conceitos matemáticos.

A quarta metodologia está relacionado à *“Aprendizagem Ativa”* e envolve os estudantes no processo de construção de conhecimento, aplicando a matemática de forma prática. Dentre os artigos analisados destacamos: Hartikainen et al. (2019), sobre aprendizagem ativa e competências matemáticas no Ensino Superior de Engenharia, onde os autores revisam pesquisas sobre métodos de aprendizagem ativa na educação em Engenharia, buscando como essas abordagens melhorar os resultados mensuráveis de aprendizagem e o engajamento dos estudantes. O trabalho dos autores Auerbach et al. (2018), sobre o tema *“Aprendizagem ativa em Matemática”*, investiga como técnicas ativas, como debates e resolução de problemas em equipe, aumentam a retenção de conhecimento matemático e a interação dos estudantes.

A quinta metodologia está relacionada à *“Abordagem Invertida com Tecnologias Digitais”* e utiliza ferramentas como GeoGebra para fortalecer o aprendizado independente e prático. Dentre os trabalhos analisados destacamos: Weinhandl et al. (2020), sobre o tema *“Ensino híbrido com GeoGebra”*, onde os autores exploram a partir do uso de ferramentas digitais, como o GeoGebra, e abordagens híbridas (como a sala de aula invertida) tornam o aprendizado mais dinâmico e eficiente

A sexta metodologia está relacionada à *“Estratégias para Reduzir Ansiedade e Estresse Matemático”* e aborda fatores emocionais para melhorar o desempenho e a motivação. Dentre os trabalhos destacamos: Hsu & Goldsmith (2021), sobre *“Estratégias de professores para aliviar o estresse e a ansiedade entre estudantes de STEM em faculdades e universidades”*, onde os autores exploram estratégias de ensino voltadas para reduzir o estresse e a ansiedade entre estudantes de STEM, melhorando seu bem-estar mental e desempenho acadêmico.

A sétima metodologia está relacionada à *“Formulação e Resolução de Problemas Matemáticos”*, e desenvolve habilidades críticas ao propor problemas matemáticos significativos. Dentre os trabalhos analisados destacamos o trabalho de Nedaei et al. (2022), que trabalha com o tema *“Formulação de problemas em Matemática”*, onde os autores abordam como a formulação de problemas desenvolve habilidades críticas, como análise e síntese, essenciais para a Engenharia e a resolução de problemas complexos.

A oitava metodologia está relacionada ao “*Ensino Híbrido e Contextual*” e agrupa aulas presenciais e on-line para manter a qualidade e a interação. Dentre os artigos analisados destacamos o de Busto et al. (2021), onde os autores discutem um modelo eficiente de ensino híbrido de Matemática projetado para estudantes de Engenharia, particularmente durante as interrupções causadas pela pandemia de COVID-19. Esses trabalhos demonstram como diferentes metodologias e teorias contribuem para práticas pedagógicas inovadoras e eficazes no ensino STEM e de Matemática, reforçando a interconexão entre teoria e prática educacional.

Podemos destacar ainda que os treze artigos aqui analisados, destacam a importância de repensar o ensino de Matemática em Engenharia, enfatizando metodologias ativas, tecnologias modernas e práticas pedagógicas, que conectem a Matemática às aplicações reais.

Os artigos apontam que metodologias ativas e integradoras, como projetos, gamificação e regulação social, são eficazes no desenvolvimento de competências matemáticas essenciais para a formação de futuros engenheiros. Destacamos ainda que as estratégias de ensino precisam ir além do ensino tradicional conforme destaca Cabral (2015), e, conectar o conteúdo matemático à prática, promover o comprometimento dos estudantes (ME/CNE, 2002, 2019b).

A análise desses estudos nos oferece ainda alguns subsídios para o enfrentamento das altas taxas de reprovação e evasão (Hora et al., 2017; Passos et al., 2007), promovendo o desenvolvimento de competências matemáticas que atendam às demandas acadêmicas e profissionais (Thompson & Harel, 2021) dos cursos de Engenharia no Brasil, alinhando-se às diretrizes nacionais (ME/CNE, 2002; 2019b) e às exigências do mercado. Bem como cuidar dos aspectos emocionais como ansiedade que pode surgir esse período durante a universidade, colaborando inclusive com a evasão dos estudantes conforme enfatizam. Dentre esses subsídios sobre as “*Taxas de evasão em Engenharia e desafios no ensino de Matemática*”, destacamos aqueles que podem ser evidenciados a partir da presente pesquisa:

#### *i) O impacto das competências matemáticas na formação em Engenharia*

A relevância das disciplinas matemáticas, como destacada no Parecer CNE/CES nº1/2019 e por Hora, Mesquita e Gomes (2017), é amplamente corroborada pelos artigos analisados. Por exemplo, o estudo de Hammad et al. (2022) que aponta que uma estrutura conceitual bem definida, como a Sala de Aula de Matemática Bem-Sucedida (SMC), pode melhorar a autoeficácia, a motivação e o desempenho dos estudantes. Essa abordagem é essencial para enfrentar o problema da evasão, pois reforça a relação entre a aprendizagem matemática e a aplicação prática em Engenharia. Além disso, artigos como o de Szabo et al. (2020) enfatizam a importância da resolução de problemas como uma competência fundamental para engenheiros. Essas competências, quando bem desenvolvidas, podem ajudar os estudantes a superar os desafios iniciais das disciplinas matemáticas e a reconhecer sua aplicabilidade no cotidiano profissional.

#### *ii) Metodologias de ensino inovadoras e ativas*

O ensino tradicional, centrado no professor, é apontado por Cabral (2015) e Zarpelon et al. (2017) como uma das causas das altas taxas de reprovação. Nesse contexto, os artigos aqui analisados, sugerem várias alternativas pedagógicas. Podemos destacar o trabalho de Hwang et al. (2021) e Auerbach et al. (2018) por exemplo, que destacam o papel de abordagens como a regulação social e a aprendizagem ativa na promoção de maior engajamento e protagonismo dos estudantes. A gamificação, como explorada por Zabala-Vargas et al. (2022) e Hsu e Wang (2018), também aparece como uma estratégia eficaz para motivar os estudantes e melhorar seu desempenho em Matemática. Essas metodologias, alinhadas às Diretrizes Curriculares Nacionais (Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, 2019b), permitem o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, essenciais para a formação de engenheiros criativos, críticos, reflexivos e colaborativos.

#### *iii) Integração entre teoria e prática*

O artigo de Martín-Páez et al. (2019) destaca a integração de áreas do conhecimento por meio de projetos interdisciplinares no ensino STEM. Esse modelo pode ser aplicado às disciplinas matemáticas, conectando o aprendizado teórico com problemas reais. De forma semelhante, Weinhandl et al. (2020) demonstram como a abordagem invertida, combinada com ferramentas tecnológicas como o GeoGebra, pode

facilitar a compreensão de conceitos complexos e promover o aprendizado ativo. Podemos destacar que essa conexão entre teoria e prática é fundamental para superar a lacuna mencionada por Rasmussen et al. (2014) entre os avanços teóricos no ensino de Matemática e sua aplicação em sala de aula.

#### *iv) Estratégias para superar barreiras de aprendizagem*

Os artigos analisados, também abordam estratégias para lidar com a defasagem no conhecimento matemático prévio dos estudantes, como sugerido por (Ghedamsi & Lecorre, 2021). Podemos citar por exemplo o trabalho de Nedaei et al. (2022), que propõem a formulação de problemas como uma ferramenta para desenvolver o pensamento crítico e a compreensão de conceitos matemáticos, enquanto Hsu e Goldsmith (2021) destacam a importância de estratégias pedagógicas para reduzir a ansiedade e o estresse dos estudantes. Essas estratégias ajudam a criar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e acolhedor, podendo promover como isso, a permanência dos estudantes nos cursos.

#### *v) Desenvolvimento de competências do século XXI*

Os artigos de Lavi et al. (2021) e Szabo et al. (2020) reforçam a importância de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe no contexto da formação em Engenharia. Essas competências, alinhadas às novas diretrizes para os cursos de Engenharia (Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, 2019b), são fundamentais para preparar os estudantes para os desafios das novas realidades globais.

Por fim, a análise dos treze artigos evidencia que as dificuldades enfrentadas pelos estudantes de Engenharia em disciplinas matemáticas podem ser minimizadas por meio de metodologias pedagógicas modernas e estratégias de ensino centradas no estudante. A integração entre teoria e prática, o uso de ferramentas tecnológicas e o foco no desenvolvimento de competências do século XXI são caminhos promissores para melhorar o desempenho acadêmico e reduzir as taxas de evasão. Destacamos ainda que essas abordagens devem ser incorporadas ao planejamento curricular e às práticas docentes, promovendo uma formação mais completa e alinhada às demandas da sociedade contemporânea.

## **6. Considerações finais**

Este artigo teve, como objetivo, realizar um levantamento de pesquisas científicas, a fim de avaliar trabalhos existentes sobre as competências matemáticas que podem ser desenvolvidas por estudantes de Engenharia, bem como metodologias que contribuem para esse desenvolvimento. Utilizou-se a metodologia *Methodi Ordinatio* como um procedimento para auxiliar nas buscas e filtragens de materiais que ajudassem na construção da revisão proposta. Na busca realizada, encontraram-se artigos com discussões que partem de diferentes enfoques que auxiliam no processo de entendimento e reflexão de como estão sendo tratadas as questões de competências a serem desenvolvidas por estudantes de Engenharia.

Observa-se, com base na leitura e análise dos trabalhos, que as competências matemáticas necessárias para estudantes de Engenharia incluem vários aspectos importantes. A princípio, essas competências estão profundamente ligadas ao desenvolvimento do pensamento estratégico. Além disso, é crucial que os estudantes compreendam o cálculo como uma linguagem aplicada na Engenharia.

Outra competência fundamental envolve a modelagem de problemas concretos e a transformação desses problemas em soluções matemáticas. Por fim, a utilização de métodos computacionais também é uma área chave para o desenvolvimento dessas competências. Apesar de alguns trabalhos abordarem essas competências de forma indireta, é evidente a importância de cada um desses aspectos na formação dos engenheiros.

No entanto, os trabalhos indicam que a compreensão de determinados conteúdos e modelos está frequentemente associada à necessidade de mudanças metodológicas e à adoção de estratégias de ensino diferenciadas. Essas estratégias e metodologias são fundamentais para o desenvolvimento das competências dos estudantes, especialmente em cursos de Engenharia, nos quais o raciocínio matemático desempenha um papel central. Destacamos o trabalho com episódios de resolução de tarefas (Trevisan & Mendes, 2018; Trevisan, 2022), que vem sendo investigado em nosso grupo de pesquisa, como uma prática eficaz para engajar os estudantes e promover a compreensão profunda dos conceitos. A implementação de métodos de ensino variados que atendam às necessidades individuais dos estudantes, aliados a estratégias ativas e

interativas, não apenas facilita a assimilação de conceitos matemáticos, mas, também, melhora a capacidade dos estudantes de aplicar esses conceitos em contextos concretos e variados.

Como desdobramento deste estudo, a tese do primeiro autor, sob orientação do segundo autor, pretende aprofundar essa discussão ao identificar e compreender as contribuições do trabalho com episódios de resolução de tarefas na disciplina de CDI, explorando como essas práticas podem favorecer o desenvolvimento das competências esperadas dos egressos de cursos de Engenharia e o aprimoramento de seu raciocínio matemático. Este trabalho abrirá novas perspectivas para a aplicação desta metodologia, que poderão contribuir para melhorar os processos de aprendizagem, minimizar as dificuldades dos estudantes e fornecer, aos professores, estratégias diferenciadas para aprimorar o ensino. É essencial que mais estudos divulguem estratégias eficazes e capazes de potencializar a qualidade da educação.

Por fim, reconhecemos a relevância da utilização da *Methodi Ordinatio* como uma metodologia potencializadora na busca e análise preliminar dos dados, pois permite a identificação de artigos relevantes que podem contribuir com a produção e divulgação de novos conhecimentos. No entanto, é importante destacar algumas limitações inerentes ao método, como a subjetividade na definição dos pesos para critérios, como o fator de impacto e as citações, que podem influenciar os resultados. Além disso, a eficácia do método depende da qualidade e atualização das bases de dados utilizadas, o que pode não refletir os valores mais recentes de citações e de impacto. A complexidade do processo pode ser uma barreira para pesquisadores menos experientes, e o foco em publicações recentes pode excluir artigos clássicos, o que limita a abrangência da pesquisa.

### Contribuição

SOUZA, A.V.P. Processo de pesquisa e de levantamento de dados, bem como da análise das documentações referenciadas, para a produção deste artigo. TREVISAN, A. L. Processo de pesquisa e de levantamento de dados, bem como da análise das documentações referenciadas, para a produção deste artigo.

### Agradecimentos ou Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### Referências

- Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge). (2020). *Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (CN-DCNs)*. Associação Brasileira de Educação em Engenharia. [https://www.abenge.org.br/file/RelatorioSintese%20\\_CN-DCNs\\_final.pdf](https://www.abenge.org.br/file/RelatorioSintese%20_CN-DCNs_final.pdf)
- Auerbach, A. J., Higgins, E., Brickman, P., & Andres, J. (2018). Teacher knowledge for active-learning instruction: Expert–novice comparison reveals differences. *CBE—Life Sciences Education*, 17(1), ar12. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-07-0149>.
- Bianchini, B. L., et al. (2017). Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 19(1), 49-79. [https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/30194/pdf\\_1](https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/30194/pdf_1)
- Borsoi, A. H., Trevisan, A. L., & Elias, H. (2017). Percursos de aprendizagem de alunos ao resolverem uma tarefa de cálculo diferencial e integral. *Vidya*, 37, 459-477.
- Busto, S., Dumbser, M., & Gaburro, E. (2021). A simple but efficient concept of blended teaching of mathematics for engineering students during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(2), 56. <https://doi.org/10.3390/educsci11020056>
- Cabral, T. C. B. (2015). Metodologias alternativas e suas vicissitudes: Ensino de matemática para engenharias. *Perspectivas da Educação Matemática*, 8, 208-245.
- Camarena, P. (2011). Concepción de competencias de las ciencias básicas en el nivel universitario. In Dipp, A. J., & Macías, A. B. (Eds.), *Competencias y Educación – miradas múltiples de una relación* (pp. 88-118). Instituto Universitario Anglo Español A.C e Red Durango de Investigadores Educativos A.C.
- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. *Innovación Educativa*, 13(62).
- Coelho, A. S., Costa, P., & Martins, O. M. D. (2022). Uma experiência da aprendizagem baseada em problemas com alunos da Licenciatura em Marketing. *EduSer*, 14(2). <https://doi.org/10.34620/eduser.v14i2.214>
- Fontes, L. S., & Gontijo, C. H. (2022). O ensino de Cálculo nas universidades brasileiras e a compreensão do conceito de limite. *Vidya*, 42(2), 165-180.

- Gaffuri, S. L., Bazzo, W. A., & Civiero, P. A. G. (2020). A engenharia e as Diretrizes Curriculares Nacionais: Contrapontos para o ensino de Matemática. In *XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Evento online, Cobenge* (pp. 1-12).
- Ghedamsi, I., & Lecorre, T. (2021). Transition from high school to university calculus: A study of connection. *ZDM – Mathematics Education, 53*, 563–575. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01262-1>
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4.ª ed.). Atlas.
- Guimarães, G. (2019). Novas tendências de aprendizagem em engenharia: O aluno como protagonista na produção do conteúdo curricular na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. *Revista de Ensino de Engenharia, 38*(1), 81-91.
- Hammad, S., Graham, T., Dimitriadis, C., & Taylor, A. (2022). Effects of a successful mathematics classroom framework on students' mathematics self-efficacy, motivation, and achievement: A case study with freshmen students at a university foundation programme in Kuwait. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 53*(6), 1502-1527. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1831091>
- Hartikainen, S., Rintala, H., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2019). The concept of active learning and the measurement of learning outcomes: A review of research in engineering higher education. *Education Sciences, 9*(4), 276. <https://doi.org/10.3390/educsci9040276>
- Hora, E. R., Mesquita, G. G. M., & Gomes, R. B. (2017). Análise das reprovações discentes no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG). *REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 14*(1). <https://doi.org/10.5216/reec.v14i1.46579>. <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/46579>
- Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education, 121*, 73-88. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.002>
- Hsu, J. L., & Goldsmith, G. R. (2021). Instructor strategies to alleviate stress and anxiety among college and university STEM students. *CBE—Life Sciences Education, 20*(1), es1. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-08-0189>
- Hwang, G. J., Wang, S. Y., & Lai, C. L. (2021). Effects of a social regulation-based online learning framework on students' learning achievements and behaviors in mathematics. *Computers & Education, 160*, 104031.
- Lavi, R., Tal, M., & Dori, Y. J. (2021). Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st-century skills through methods of teaching and learning. *Studies in Educational Evaluation, 70*, 101002. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101002>
- Lima, J. S. (2023). *Guia sobre o Mendeley: Gerenciador de referências bibliográficas*. Universidade Federal do Ceará, Biblioteca Universitária. <https://biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2023/06/mendeley-2023.pdf>
- Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação [ME/CNE]. (2002). *Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002*. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category\\_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192)
- Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação [ME/CNE]. (2019a). *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia* (Parecer CNE/CES nº 1/2019). [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category\\_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192)
- Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação [ME/CNE]. (2019b). *Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019*. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p. 43.
- Miranda, C. G. M., Laudares, J. B., & Tonini, A. M. (2012). Competências e habilidades matemáticas no trabalho de engenheiros do setor industrial. In *40º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)*. <https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103732.pdf>
- Nedaei, M., Radmehr, F., & Drake, M. (2022). Exploring undergraduate engineering students' mathematical problem-posing: The case of integral-area relationships in integral calculus. *Mathematical Thinking and Learning, 24*(2), 149-175. <https://doi.org/10.1080/10986065.2022.2028173>
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In Gagatsis, A., & Papastravidis, S. (Eds.). *3rd Mediterranean Conference on Mathematics Education* (pp.115-124). Atenas, Grécia: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society.
- Niss, M. (2011). Competencies in mathematics education – potentials and challenges. What's the point? What's new? What do we gain? What are the pitfalls? In *XIII Conferência Interamericana de Educación Matemática* (pp.1-9). [https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/viewFile/2883/1087](https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/2883/1087)
- Pagani, R. N., Kovalski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: A proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citations, and year of publication. *Scientometrics, 105*(3), 2109–2135. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>

- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2017). Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. *Ciência da Informação*, 46(2), 161-187.
- Pagani, R. N., Pedroso, B., & Picinin, C. T. (2021). *Ferramenta para operacionalização quantitativa, ranqueamento e organização de dados, RankIn. Patente Programa de Computador*. Número do registro: 512021002568-7. Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- Passos, F. G.D., et al. (2007). Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da UNIVASF. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 1P14, 1–16.
- Ramalho, C., Oliveira, J., & Martins, P. (2019). Análise bibliométrica das publicações do programa de Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 17, e019024-e019024. <https://doi.org/10.4000/rdbci.4090>
- Rasmussen, C., Marrongelle, K., & Borba, M. C. (2014). Research on calculus: What do we know and where do we need to go? *ZDM – Mathematics Education*, 46, 507-515. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0615-x>
- Szabo, Z. K., Kortesi, P., Guncaga, J., & Szabo, D. (2020). Examples of Problem-Solving Strategies in Mathematics Education Supporting the Sustainability of 21st-century skills. *Sustainability*, 12(23), 10113. <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Thompson, P. W., & Harel, G. (2021). Ideas foundational to calculus learning and their links to students' difficulties. *ZDM – Mathematics Education*, 53, 507–519. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01270-1>
- Trevisan, A. L. (2022). Raciocínio matemático em aulas de Cálculo Diferencial e Integral: Uma análise a partir de tarefas exploratórias. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 1, 1-23. <https://doi.org/10.28951/rbect.v1n0a3>
- Trevisan, A. L., & Mendes, M. T. (2018). Ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: Uma proposta. *Revista Brasileira de Ensino e Tecnologia*, 11(1), 209-227.
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., Hohenwarter, M. & Schallert, S. (2020). Enhancing flipped mathematics education by utilising GeoGebra. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(1), 1-15.
- Zabala-Vargas, S. A., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., De Benito-Crosetti, B., & Darder-Mésquida, A. (2022). Didactic Strategy Mediated by Games in the Teaching of Mathematics in First-Year Engineering Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11707>
- Zarpelon, E., Resende, L. M., & Reis, E. (2017). Análise do desempenho de alunos ingressantes de Engenharia na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. *Interfaces da Educação*, 8(22), 303-335.