



## **INOVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA PARA ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS EDUCACIONAIS E TECNOLOGIAS NA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6105

**Autores:** ESTEFANO VIZCONDE VERASZTO, OCTAVIO MATTASOGLIO NETO, GILMAR BARRETO, JOSÉ TARCÍSIO FRANCO DE CAMARGO, DIRCEU DA SILVA, TECNOLOGIA

**Resumo:** A educação em engenharia enfrenta desafios significativos para se adaptar às exigências de uma sociedade em constante e rápida transformação. Este estudo analisa a necessidade de uma abordagem educacional integrada e inovadora nos programas de pós-graduação em engenharia, ciência e tecnologia, incorporando metodologias ativas de aprendizagem e tecnologias educacionais digitais, com destaque para as simulações computacionais. Utilizando técnicas de análise bibliométrica, o texto aponta tendências emergentes no ensino de física voltado à formação de engenheiros e discute como essas práticas podem capacitar os pós-graduandos a enfrentar os desafios do século XXI. A integração dessas metodologias pode apoiar o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis, alinhadas às necessidades de uma sociedade globalizada, proporcionando uma formação avançada que transcende a aquisição técnica e promove competências críticas e inovadoras, essenciais ao exercício da engenharia.

**Palavras-chave:** Educação em Engenharia, Ensino de Física, Tecnologias Educacionais

# **INOVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA PARA ENGENHARIA: ESTRATÉGIAS EDUCACIONAIS E TECNOLOGIAS NA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

## **1 INTRODUÇÃO**

A formação em engenharia deve responder às novas demandas impostas por uma sociedade tecnologicamente avançada. Diante desse cenário, torna-se essencial que os engenheiros sejam capacitados não apenas com conhecimentos técnicos sólidos, mas também com habilidades para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares. Para atender a essas exigências, especialmente no contexto da pós-graduação em engenharia, ciências e tecnologia, torna-se necessário revisar e atualizar as práticas educacionais, incorporando metodologias ativas de aprendizagem e tecnologias educacionais que estejam alinhadas com as demandas contemporâneas (ERTMER et al., 2012; OSBORNE; DILLON, 2008).

O ensino de física, componente central dos currículos de engenharia, tem demonstrado um foco crescente na adoção de práticas pedagógicas como a aprendizagem baseada em projetos e problemas, além do uso de simulações computacionais. Essas abordagens têm sido empregadas para facilitar a compreensão de conceitos complexos e promover o engajamento dos estudantes na aplicação prática desses conhecimentos, tanto na graduação quanto na pós-graduação (YAMAZAKI; ANGOTTI; DELIZOICOV, 2017; OLIVEIRA, 2020).

Este estudo realiza uma análise bibliométrica, utilizando os *softwares* SciMAT e VOSviewer, para mapear as tendências e padrões de pesquisa no ensino de física entre os anos de 2018 e 2024. A análise abrange 817 artigos selecionados da base de dados Web of Science, com o objetivo de identificar áreas de interesse, lacunas de conhecimento e a evolução das metodologias pedagógicas nesse período (BAGHERI et al., 2023). A análise das coocorrências de palavras-chave e citações permitiu traçar um panorama das práticas educacionais em física, destacando as metodologias mais relevantes para a formação de engenheiros, com especial ênfase na pós-graduação (COBO et al., 2012).

Assim, o presente trabalho examina como as práticas identificadas no ensino de física podem ser adaptadas e aplicadas na formação de engenheiros. A proposta é discutir a contribuição dessas metodologias para o desenvolvimento de competências necessárias aos desafios contemporâneos, ressaltando a importância de integrar tecnologias educacionais e práticas pedagógicas avançadas na educação em engenharia, especialmente em programas de pós-graduação (BULLOCK; GALVIN, 2015).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A formação em engenharia enfrenta desafios complexos que demandam a reformulação das práticas educacionais, especialmente no contexto da pós-graduação. O atual cenário tecnológico e globalizado exige que engenheiros possuam não apenas conhecimentos técnicos, mas também habilidades para resolver problemas interdisciplinares e inovar em suas áreas de atuação. Nesse cenário, a integração de estratégias educacionais, como metodologias ativas de aprendizagem e tecnologias educacionais avançadas, tem se mostrado essencial para preparar esses profissionais em níveis mais elevados de especialização (ERTMER et al., 2012; BYBEE, 2013).

Nesse contexto, o ensino de física, essencial na formação de engenheiros, tem incorporado cada vez mais estratégias como a aprendizagem baseada em projetos e problemas, juntamente com o uso de simulações computacionais. Essas abordagens educacionais facilitam a compreensão de conceitos complexos e promovem o engajamento dos estudantes, permitindo que eles apliquem o conhecimento adquirido de maneira prática e contextualizada, aspectos cruciais na formação avançada proporcionada pelos programas de pós-graduação (YAMAZAKI; ANGOTTI; DELIZOICOV, 2017; OLIVEIRA, 2020). Além disso, essa implementação, especialmente na pós-graduação, é fundamental, e especialmente na pós-graduação, é fundamental para o desenvolvimento de competências que respondam às demandas contemporâneas e preparem engenheiros para desafios profissionais e acadêmicos (CARDOSO; ALMEIDA; SILVEIRA, 2021).

Dessa forma, a reestruturação do ensino de física com foco em estratégias educacionais inovadoras contribui diretamente para a formação de engenheiros capazes de enfrentar os desafios do século XXI. A necessidade de formar profissionais que possam atuar de forma crítica e inovadora é primordial na educação em engenharia, ciências e tecnologia, onde o aprofundamento e a especialização são essenciais para o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis (COBO et al., 2012).

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo utiliza uma análise bibliométrica para investigar as tendências e práticas educacionais emergentes no ensino de física, aplicadas à formação em engenharia. A pesquisa foi conduzida utilizando a base de dados *Web of Science* analisou 817 artigos publicados entre 2018 e 2024. Os *softwares* SciMAT e VOSviewer foram empregados para mapear as coocorrências de palavras-chave, identificar áreas de interesse e lacunas de conhecimento, e examinar a evolução das práticas educacionais durante esse período (BAGHERI et al., 2023).

A metodologia adotada focou na identificação de estratégias educacionais inovadoras que têm sido implementadas no ensino de física, com particular atenção ao uso de tecnologias educacionais e metodologias ativas. Com essa base metodológica, a análise dos resultados revelou na educação em engenharia, onde a formação demanda uma abordagem mais profunda e especializada (SOUZA, 2019).

### **4 RESULTADOS E ANÁLISE**

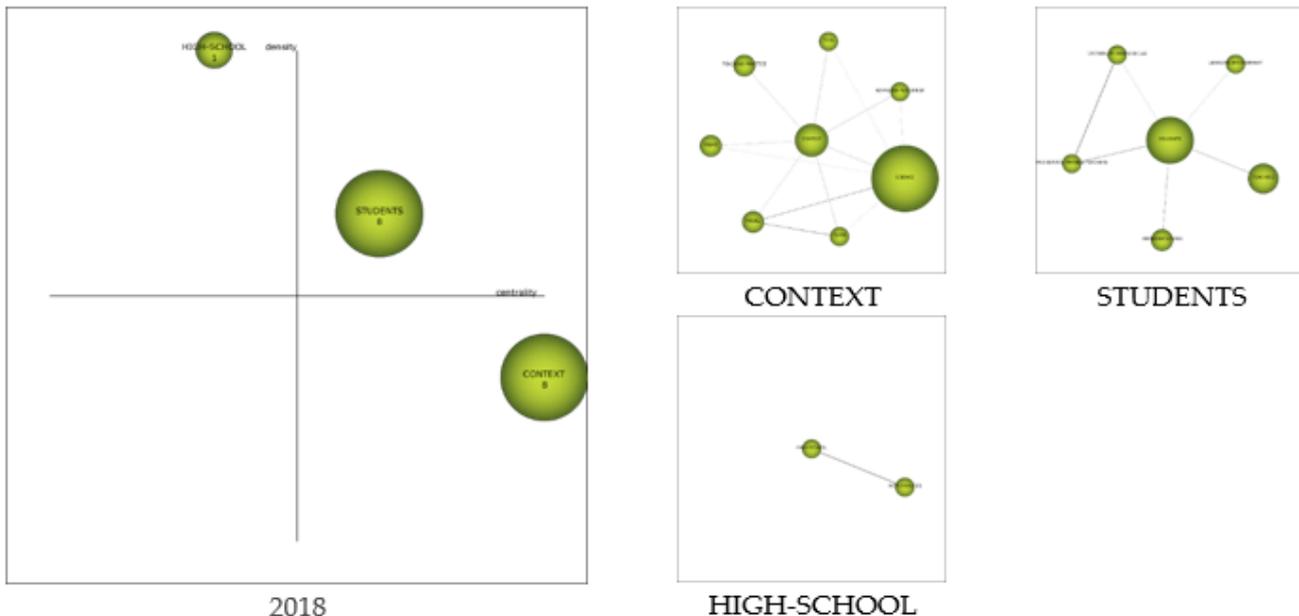
Os resultados da análise bibliométrica revelam um panorama detalhado e complexo sobre as práticas educacionais emergentes no ensino de física, aplicadas à formação de engenheiros, com ênfase na pós-graduação. O estudo evidencia uma mudança significativa no foco das pesquisas ao longo do período analisado (2018-2024), com um crescimento acentuado na adoção de estratégias educacionais inovadoras e no uso de tecnologias digitais como ferramentas centrais no processo de ensino-aprendizagem, tanto em cursos de graduação quanto de pós-graduação.

#### **4.1 Evolução das Práticas Educacionais e Tecnologias**

A partir da análise das coocorrências de palavras-chave e citações, foi possível observar que, nos primeiros anos do período estudado, o ensino de física na engenharia estava amplamente focado em abordagens tradicionais, com ênfase na transmissão de conhecimento teórico. Contudo, a partir de 2018, observou-se uma inflexão na pesquisa acadêmica, com uma crescente valorização de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e problemas, e o uso de simulações computacionais. Essas práticas

foram identificadas como essenciais para melhorar a compreensão de conceitos abstratos e complexos, além de promover um engajamento mais profundo dos estudantes, especialmente na pós-graduação (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama estratégico e categorias para o ano de 2018.



Fonte: os autores.

O diagrama, destacado como a Figura 1, ilustra a centralidade e densidade dos principais temas na pesquisa sobre ensino de física em 2018. A figura revela que, naquele momento, havia uma concentração significativa em tópicos como "metodologias tradicionais" e "ensino expositivo". No entanto, a análise dos clusters emergentes aponta para um interesse crescente em "simulações computacionais" e "aprendizagem baseada em problemas", sugerindo que esses temas estavam começando a ganhar relevância como práticas pedagógicas promissoras para o ensino de física, com implicações diretas na formação avançada em engenharia.

#### 4.2 Adaptação e Expansão das Estratégias Educacionais

Dando continuidade a essa evolução, ao longo dos anos seguintes, a pesquisa continuou a evoluir, com uma maior integração das tecnologias educacionais digitais e a adoção generalizada de estratégias educacionais inovadoras. A Figura 2 evidencia a transformação desses temas iniciais em áreas de foco central na pesquisa acadêmica. Em 2022, as práticas inovadoras e o uso de tecnologias, como simulações em ambientes virtuais e laboratórios remotos, tornaram-se não apenas relevantes, mas centrais na formação de engenheiros, especialmente em programas de pós-graduação.

Temas como "simulações computacionais" e "aprendizagem baseada em projetos" passaram a dominar a agenda de pesquisa, refletindo uma mudança paradigmática na educação em engenharia. O diagrama revela que as tecnologias educacionais, anteriormente vistas como auxiliares, agora ocupam uma posição estratégica no desenvolvimento curricular e na formação de engenheiros, sendo cruciais para preparar os alunos para os desafios complexos e interdisciplinares que caracterizam o século XXI. Essa evolução é ainda mais evidente quando analisamos a evolução temática ao longo do tempo.

Figura 2 – Diagrama estratégico e categorias para o ano de 2022.



Fonte: os autores.

A Figura 3 apresenta uma visão detalhada dessa evolução, mostrando como os temas emergentes em 2018 se consolidaram em 2024 como áreas de pesquisa prioritárias.

Essa imagem (Figura 3) ilustra a trajetória de desenvolvimento e consolidação de práticas educacionais, evidenciando como "simulações computacionais" e "aprendizagem baseada em projetos" não apenas se mantiveram como tópicos de interesse, mas também se tornaram centrais na formação de engenheiros. A evolução demonstrada nesta figura reflete a crescente aceitação e integração dessas práticas nas instituições de ensino superior, alinhando-se com as necessidades da formação de engenheiros para o século XXI, com especial ênfase na pós-graduação.



engenheiros, buscando uma abordagem que vá além da simples transferência de conhecimento técnico.

Essa adaptação é crítica, especialmente quando se consideram as demandas da engenharia do futuro, que requerem profissionais capazes de pensar de forma crítica e inovadora, e que estejam aptos a utilizar tecnologias emergentes em suas práticas profissionais. As práticas educacionais destacadas nas figuras 1, 2 e 3 mostram como essas metodologias e tecnologias se consolidaram como pilares da educação em engenharia, em todos os níveis e etapas de ensino, com ênfase particular na formação avançada proporcionada pela pós-graduação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas, é possível concluir que a formação em engenharia tem considerado novas abordagens metodológicas impulsionadas pela necessidade de adaptação às demandas de uma sociedade cada vez mais complexa e tecnológica. A integração de tecnologias educacionais, como simulações computacionais, juntamente com estratégias educacionais inovadoras, tem se mostrado essencial na preparação de engenheiros capazes de enfrentar os desafios do século XXI.

Os resultados evidenciam que as práticas tradicionais de ensino estão gradualmente sendo substituídas por abordagens mais interativas e centradas no estudante, permitindo um aprendizado mais profundo e contextualizado. A análise bibliométrica demonstrou uma evolução significativa no foco das pesquisas, com uma crescente valorização de metodologias ativas e tecnologias digitais, que agora ocupam uma posição estratégica na formação de engenheiros.

Com base nessas observações, conclui-se que essa transformação é particularmente relevante na pós-graduação em educação em engenharia, ciências e tecnologia, onde a especialização e o desenvolvimento de competências avançadas são essenciais. A incorporação dessas práticas nos programas de pós-graduação tem contribuído para a formação de profissionais mais preparados para atuar em contextos dinâmicos e complexos, respondendo de forma eficaz às demandas da engenharia do futuro.

A integração dessas novas abordagens educacionais na pós-graduação reflete a necessidade de preparar engenheiros não apenas com conhecimento técnico, mas também com habilidades críticas e inovadoras que lhes permitam lidar com os desafios interdisciplinares e tecnológicos de um mundo em constante evolução. Com isso, a pós-graduação assume um papel fundamental na formação de engenheiros capazes de liderar e inovar em suas áreas de atuação, contribuindo significativamente para o desenvolvimento sustentável e tecnológico da sociedade global.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Nossos agradecimentos.

## REFERÊNCIAS

- BAGHERI, B.; AZADI, H.; SOLTANI, A.; WITLOX, F. **Global city data analysis using SciMAT: a bibliometric review.** Environ Dev Sustain, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03255-4>.
- BYBEE, R. W. **Translating the NGSS for classroom instruction.** NSTA Press, 2013.

CARDOSO, M. J. C.; ALMEIDA, G. D. S.; SILVEIRA, T. C. Formação continuada de professores para uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 29, p. 97–116. DOI: 10.5753/rbie.2021.29.0.97. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie/article/view/2986>. 2021.

COBO, M. J.; LÓPEZ-HERRERA, A. G.; HERRERA-VIDEIRA, E.; HERRERA, F. SciMAT: A new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 8, p. 1601-1619, 2012.

OLIVEIRA, A. M. Jogos digitais e aprendizagem: um estudo pela perspectiva da teoria histórico-cultural. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 186-201, 2020.

SOUZA, A. C. M. B. M. **A inteligência cultural nos estudos organizacionais**: uma revisão bibliométrica. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2019.

YAMAZAKI, S. C.; ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. Aprender como Ensinar Física através do Livro Texto de Ciclo Básico Universitário: um Fenômeno Didático em questão. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 13, n. 28, p. 5-22, 2017.

## INNOVATION IN PHYSICS EDUCATION FOR ENGINEERING: EDUCATIONAL STRATEGIES AND TECHNOLOGIES IN GRADUATE PROGRAMS IN ENGINEERING, SCIENCE, AND TECHNOLOGY

**Abstract:** *Engineering education faces significant challenges in adapting to the demands of a constantly and rapidly evolving society. This study examines the need for an integrated and innovative educational approach in graduate programs in engineering, science, and technology, incorporating active learning methodologies and digital educational technologies, particularly computational simulations. Using bibliometric analysis techniques, the text highlights emerging trends in physics education applied to the training of engineers and discusses how these practices can empower graduate students to meet the challenges of the 21st century. The integration of these methodologies can support the development of creative and sustainable solutions aligned with the needs of a globalized society, providing advanced education that transcends technical acquisition and fosters critical and innovative skills essential for the practice of engineering.*

**Keywords:** *Engineering Education, Physics Teaching, Educational Technologies.*

