



APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS: UMA EXPERIÊNCIA COM MATERIAIS COMPÓSITOS

PROJECT-BASED LEARNING IN MATERIALS ENGINEERING: AN EXPERIENCE WITH COMPOSITE MATERIALS

Hector Guillermo Kotik¹

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v45p487-499.2026

RESUMO: Este artigo relata a implementação e os resultados de um projeto-piloto de modernização curricular na disciplina EET421 – Materiais Compósitos, do curso de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O projeto substituiu o modelo tradicional de ensino, baseado em aulas expositivas e provas, pela Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), associada ao uso de plataformas *on-line* para cálculos de laminados. Ao longo do semestre 2025-2, 16 alunos, organizados em grupos, desenvolveram projetos completos de peças ou estruturas em materiais compósitos, abrangendo desde a seleção de fibras e matrizes até o dimensionamento estrutural e a especificação do processo de fabricação. Os resultados indicaram um índice de aprovação de 81% e média de 6,0, superando as médias históricas da disciplina (66% e 4,9, respectivamente). A avaliação dos alunos foi expressivamente positiva, com notas máximas (5,0) em quesitos como contribuição para a formação e utilidade dos conhecimentos. O artigo analisa os pontos fortes da metodologia, as dificuldades encontradas e apresenta recomendações para a revisão de Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) em Engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Baseada em Projetos; Materiais Compósitos; Ensino de Engenharia; metodologias ativas.

ABSTRACT: This paper reports the implementation and results of a pilot project for curriculum modernization in the course EET421 – Composite Materials, part of the Materials Engineering program at the Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. The project replaced the traditional teaching model, based on lectures and exams, with Project-Based Learning (PBL) combined with online platforms for laminate calculations. Throughout the 2025-2 semester, 16 students organized in groups developed complete projects of composite material parts or structures, ranging from fiber and matrix selection to structural design and manufacturing process specification. The results showed a pass rate of 81% and average grade of 6.0, surpassing the historical averages of the course (66% and 4.9, respectively). Student evaluation was significantly positive, with maximum scores (5.0) in items such as contribution to education and usefulness of knowledge. The article analyzes the strengths of the methodology, difficulties encountered, and it presents recommendations for the revision of engineering program curricula.

KEYWORDS: Project-Based Learning; Composite Materials; Engineering Education; active methodologies.

¹ Doutor em Engenharia, Professor do Departamento e Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, hectorkotik@metalmat.ufrj.br



INTRODUÇÃO

A formação de engenheiros no século XXI demanda não apenas o domínio de conteúdos técnicos, mas também o desenvolvimento de competências complexas, como pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, comunicação técnica e trabalho colaborativo. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia enfatizam a necessidade de uma formação orientada por competências, integrada e alinhada às demandas contemporâneas da indústria (Brasil, 2019).

Nesse contexto, os materiais compósitos assumem papel estratégico, sendo amplamente utilizados em setores como o aeronáutico, o automotivo, o naval e o de energia renovável (Chawla, 2012), (Kangishwar *et al.*, 2023). Sua versatilidade e elevada relação resistência/peso tornam seu estudo fundamental na formação de engenheiros de materiais. Contudo, o ensino tradicional dessa temática frequentemente limita-se à transmissão de conteúdos teóricos dissociados da prática profissional, dificultando a compreensão integrada do ciclo de desenvolvimento de produtos.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) emerge como uma metodologia ativa promissora para superar essa fragmentação. Segundo Helle, Tynjälä e Olkinuora (2006) e Melguizo-Garín *et al.* (2022), a ABP envolve os alunos em tarefas complexas e autênticas, promovendo a aplicação integrada de conhecimentos na resolução de problemas reais. No Ensino de Engenharia, essa abordagem tem demonstrado efetividade no desenvolvimento de competências técnicas e transversais (Doulougeri *et al.*, 2024).

Este trabalho apresenta os resultados de um projeto-piloto implementado na disciplina EET421 – Materiais Compósitos da Escola Politécnica da UFRJ, no âmbito do Programa de Modernização dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia “INOVA DISCIPLINA”. A experiência integrou ABP, ferramentas computacionais de livre acesso e avaliações formativas ao longo de todo o semestre, buscando responder às seguintes questões: (1) A ABP associada a ferramentas computacionais melhora o desempenho acadêmico em comparação com o ensino tradicional? (2) Qual é a percepção dos alunos sobre essa metodologia? (3) Quais são as principais dificuldades e lições aprendidas para a modernização curricular?

O objetivo geral do projeto-piloto foi tornar os alunos capazes de projetar, fabricar, caracterizar e aferir as propriedades de materiais compósitos, visando a sua utilização econômica e eficiente em aplicações específicas. Como objetivos



específicos, buscou-se: desenvolver competências de seleção de materiais e processos; promover o uso de ferramentas computacionais para o projeto de laminados; estimular a comunicação técnica e o trabalho colaborativo; e gerar subsídios para a revisão do Projeto Pedagógico do Curso (PPC).

CONTEXTO DO PROJETO PEDAGÓGICO E METODOLOGIA EMPREGADA

Modernização dos cursos de Engenharia

O projeto foi desenvolvido no âmbito do Programa de Modernização dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia da Escola Politécnica da UFRJ, que busca promover a atualização das práticas de ensino e fortalecer uma formação orientada por competências.

A iniciativa parte do reconhecimento de que a formação do engenheiro deve ir além da transmissão de conteúdos teóricos, incorporando experiências de aprendizagem que estimulem a autonomia intelectual, o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento.

Nesse contexto, as disciplinas são incentivadas a adotar metodologias que favoreçam:

- i) aprendizagem ativa e centrada no aluno;
- ii) integração entre teoria e prática;
- iii) desenvolvimento de competências profissionais;
- iv) uso de ferramentas computacionais e tecnológicas.

Contexto e participantes

A disciplina EET421 – Materiais Compósitos é oferecida regularmente no curso de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da UFRJ, com carga horária de 60 horas. A ementa contém os seguintes tópicos, cujo conteúdo específico pode ser consultado na página web do curso (UFRJ, 2026): apresentação dos conceitos básicos, filosofia de projeto e nomenclatura de laminados; fibras, matrizes e interfaces; micromecânica de lâminas; macromecânica de laminados; critérios de falha para compósitos; compósitos estruturais e vigas sanduíche; processamento e métodos de junção; fratura e fadiga; testes de caracterização mecânica; mecanismos de degradação; compósitos de matriz polimérica; compósitos de matriz metálica; e compósitos de matrizes cerâmicas e de carbono.



Adicionalmente, a disciplina inclui uma aula experimental de laminação (Lab), na qual cada aluno produz mediante laminação manual um empilhamento simples de compósito de matriz poliéster reforçado com fibras de vidro.

O projeto-piloto foi implementado no período de 2025-2 (04/08/2025 a 13/12/2025), contando inicialmente com 17 alunos matriculados. Para fins de análise, foram considerados 16 participantes efetivos, excluindo-se um aluno que frequentou apenas uma aula e não realizou o trancamento formal.

Desenho Metodológico

A metodologia foi estruturada em três eixos complementares:

- i) Aprendizagem Baseada em Projetos: os alunos foram organizados em grupos de dois membros, sendo cada grupo responsável pelo desenvolvimento de um projeto de peça ou estrutura em material compósito. Os temas foram definidos na Aula 6, considerando aplicações reais e a viabilidade de desenvolvimento ao longo do semestre. O projeto foi dividido em seis relatórios parciais, com entregas distribuídas ao longo do curso (Tabela 1).

Tabela 1 – Conteúdo e aula de entrega dos relatórios parciais e final

Relatório	Conteúdo principal	Aula de entrega
R1	Funções principais, condições de uso, restrições e normas	9
R2	Seleção de fibra e matriz, croqui e dimensões iniciais	13
R3	Geometria simplificada, cargas e modos de solicitação	16
R4	Cálculo das propriedades do laminado	19
R5	Rota de processamento e montagem	23
R6	Revisão e otimização do projeto	26
RF (Final)	Projeto completo consolidado	28

Fonte: elaborada pelo autor.

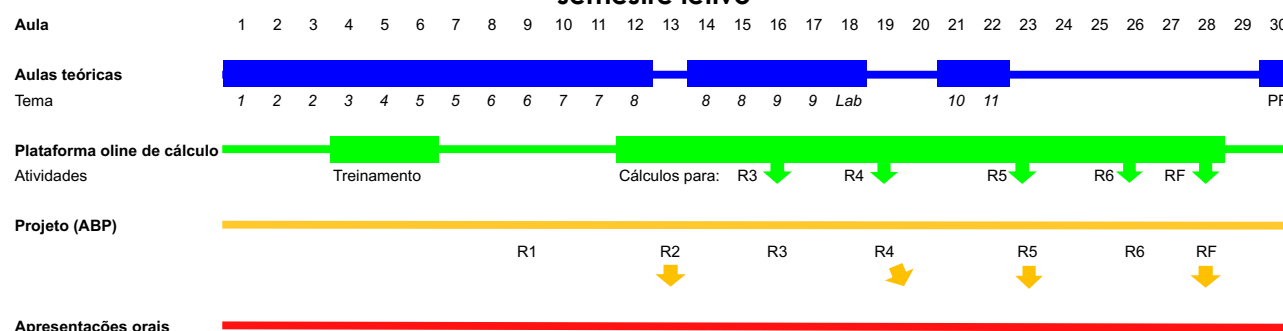
- ii) Plataforma *on-line* para cálculos de laminados: foi utilizada uma plataforma de livre acesso para cálculos de propriedades efetivas de laminados denominada MECH-GCOMP (Angrizani, 2017), permitindo a aplicação prática dos conceitos de micro e macromecânica. As atividades computacionais foram realizadas tanto em aulas síncronas no Laboratório de Informática, com acompanhamento docente, quanto remotamente pelos alunos.



- iii) Aulas expositivas integradoras: as aulas teóricas mantiveram-se como suporte conceitual, porém foram reorganizadas para fornecer os fundamentos necessários em sincronia com as demandas dos projetos.

A Figura 1 ilustra a integração entre os eixos metodológicos ao longo do semestre.

Figura 1 – Cronograma ilustrativo da sobreposição entre aulas expositivas, atividades na plataforma de cálculos, desenvolvimento do projeto (ABP) e apresentações orais ao longo do semestre letivo



Fonte: elaborada pelo autor.

Instrumentos de avaliação

A avaliação contemplou múltiplos instrumentos:

- relatórios parciais e final, analisados quanto à adequação técnica, estruturação e clareza;
- apresentações orais – três sessões de apresentação (aulas 13, 20 e 28/29), com *feedback* imediato de docentes e pares;
- autoavaliações aplicadas após cada entrega, a fim de investigar a percepção dos alunos sobre o próprio aprendizado;
- avaliação institucional – questionário padronizado do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, disponibilizado na plataforma *Google Forms*, respondido anonimamente por 13 alunos;
- prova final – destinada aos alunos com média entre 3,0 e 7,0;
- diário de bordo do docente com o registro cronológico das atividades dos grupos depois de cada atividade.

Análise de dados

Os resultados foram analisados quantitativamente, comparando os indicadores de desempenho (índice de aprovação, média de grau e desvio padrão) com



aqueles de quatro turmas anteriores (2022-2 a 2025-1) que utilizaram metodologia tradicional (aulas expositivas, provas e apresentação de trabalhos). As autoavaliações e os comentários abertos foram submetidos à análise qualitativa de conteúdo.

RESULTADOS

Desempenho acadêmico

A Tabela 2 apresenta a comparação entre a turma do projeto-piloto (2025-2) e as turmas anteriores que utilizaram metodologia tradicional.

Tabela 2 – Indicadores de desempenho acadêmico por turma

Turma	Modalidade de ensino	Nº alunos	Índice de aprovação	Média do grau	Desvio padrão do grau	Alunos com Grau $\geq 7,0$
2025-2	Aprendizagem baseada em projetos, uso de software online e aulas expositivas	16	81%	6,0	2,5	8
2025-1	Aulas expositivas, provas escritas e apresentação de trabalhos	7	71%	4,5	3,0	1
2024-2		32	69%	5,5	3,0	15
2023-2		27	63%	5,4	2,4	10
2022-2		19(36)*	100% (53%)*	7,5(4,5)*	1,1(3,7)*	15

* A UFRJ permitiu trancamento excepcional das disciplinas próximo ao final do semestre (UFRJ, 2022). Muitos dos alunos que tinham reprovado ou estavam com notas baixas trancaram, motivo pelo qual os indicadores do curso se mostraram muitos bons. Os valores entre parênteses correspondem aos indicadores caso a universidade não tivesse habilitado esse trancamento.

Fonte: elaborada pelo autor.

O projeto-piloto alcançou o maior índice de aprovação (81%) e a maior média de grau (6,0) da série histórica, superando a média das turmas tradicionais (66% e 4,9, respectivamente). O desvio padrão (2,5) foi ligeiramente inferior à média histórica (2,8), sugerindo menor dispersão no desempenho dos alunos.

Evolução das autoavaliações

As autoavaliações aplicadas ao longo do semestre, cujos resultados se encontram consolidados e sintetizados na Tabela 3, revelaram a percepção dos alunos sobre seu próprio aprendizado. Para fins desta publicação, foram escolhidas as perguntas mais relevantes (questões-chave) associadas a cada relatório.

**Tabela 3 – Síntese das respostas às autoavaliações**

Relatório	Questão-chave	Sim	Parcialmente	Não
R1	Compreendeu claramente a função da peça?	93,8%	6,3%	0%
R2	Sabe justificar por que escolheu este tipo de fibra?	85,7%	14,3%	0%
R3	Sabe explicar por que escolheu essa quantidade de lâminas?	57,1%	28,6%	14,3%
R4	Conseguiu aplicar corretamente os conceitos para calcular rigidez e resistência?	44,4%	55,6%	0%
R5	Identificou possíveis dificuldades de fabricação?	50,0%	40,0%	10,0%
R6	Reconhece os pontos fortes e as limitações do seu projeto?	100%	0%	0%

Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se que as maiores dificuldades autorrelatadas concentraram-se nas etapas de dimensionamento (número de lâminas – R3; aplicação de conceitos de cálculo – R4) e na identificação de dificuldades de fabricação (R5). Ao final do projeto (R6), todos os alunos declararam reconhecer os pontos fortes e as limitações de seus projetos.

Avaliação da disciplina pelos alunos

A Tabela 4 apresenta os resultados do questionário de avaliação institucional, respondido por 13 alunos.

Tabela 4 – Avaliação da disciplina pelos alunos (escala 1-5)

Item avaliado	Média	Desvio Padrão
Esta disciplina é atual e contribuiu para minha formação	4,9	0,3
Os conhecimentos adquiridos na disciplina foram úteis	5,0	0,0
O programa da disciplina está ajustado ao tempo disponível	5,0	0,0
O programa da disciplina foi cumprido	5,0	0,0
As aulas contribuíram para meu aprendizado	5,0	0,0
O professor mostrou segurança nos conteúdos	5,0	0,0
O relacionamento do professor com a turma foi bom	5,0	0,0
Fiquei à vontade para fazer perguntas em sala	4,9	0,3
Procurei o professor ou monitor para tirar dúvidas fora de aula	3,1	1,3

Fonte: elaborada pelo autor.

Os resultados indicam uma avaliação expressivamente positiva, com notas máximas (5,0) em seis dos nove itens. Destaca-se a percepção quanto à utilidade dos conhecimentos e à contribuição para a formação. O único item com média inferior a 4,0 refere-se à procura por atendimento fora do horário de aula (3,1), indicando baixo engajamento assíncrono.



Três alunos incluíram observações qualitativas:

"A disciplina foi muito bem ministrada. O projeto desenvolvido ao longo do curso foi efetivo para o aprendizado e manteve a turma interessada e integrada nas aulas."

"Foi uma disciplina muito proveitosa, ela requiriu esforços e foi desafiadora, porém acho que existe uma necessidade de mais disciplinas com a criação de projetos ao longo da graduação."

"Professor muito bom e atencioso. Gostei muito de ter aula com ele."

Observações do docente

O registro cronológico das atividades (diário de bordo) permitiu identificar dificuldades recorrentes:

- i) na Aula 6: "Escasso entendimento por parte dos alunos de como correlacionar processamento/caracterização/condições de contorno para o produto";
- ii) no Relatório 1: "Um grupo significativo de alunos teve problemas em identificar as solicitações mecânicas. Não conseguiam visualizar como as cargas atuam nos seus produtos";
- iii) no Relatório 3: "A partir das observações [...], é possível perceber que os alunos não têm contato com relatórios reais que envolvam o projeto global de desenvolvimento de produtos";
- iv) no Relatório 4: "Chama a atenção o fato de alguns grupos não perceberem as ordens de grandeza dos parâmetros que estavam calculando";
- v) ao final: "O tempo investido pelo docente na correção parcial e final de todos os relatórios é excessivo".

DISCUSSÃO

Efetividade da ABP no Ensino de Materiais Compósitos

Os resultados indicam que, no contexto deste estudo, a implementação da ABP associada a ferramentas computacionais contribuiu para a melhoria do desempenho acadêmico. A turma de 2025-2 superou as médias históricas tanto no



índice de aprovação quanto na nota média, sugerindo que a metodologia ativa foi mais efetiva para a aprendizagem do que o modelo tradicional.

Esses achados corroboram a literatura sobre ABP no Ensino de Engenharia. Mills e Treagust (2003) argumentam que a ABP prepara melhor os alunos para a prática profissional ao expô-los a problemas autênticos e mal estruturados. Conclusões semelhantes foram obtidas por Shuhailo e Derkach (2021) e Jiang e Pang (2023) para o caso específico de alunos de cursos de graduação em Engenharia. No caso específico dos materiais compósitos, a complexidade inerente ao projeto de laminados, que envolve a seleção de constituintes, a definição da sequência de empilhamento e a análise de falhas, torna-se mais significativa quando vivenciada em um projeto concreto.

A avaliação expressivamente positiva dos alunos, especialmente nos itens “contribuição para a formação” e “utilidade dos conhecimentos”, indica que os alunos perceberam o valor da abordagem. Conforme destacado por um aluno, a disciplina “requiriu esforços e foi desafiadora”, sugerindo que a metodologia promoveu engajamento com níveis adequados de desafio. Cabe destacar que a metodologia ABP é implementada parcialmente em apenas duas disciplinas no curso de Engenharia de Materiais analisado.

Desenvolvimento de competências e lacunas persistentes

As autoavaliações revelam um padrão interessante: embora os alunos tenham demonstrado confiança nas etapas iniciais (compreensão da função da peça e seleção de fibras), essa confiança diminuiu nas etapas que exigiam maior integração de conhecimentos, como o dimensionamento estrutural e a identificação de dificuldades de fabricação. Esse padrão sugere que a ABP expõe efetivamente as lacunas de aprendizagem, funcionando como um instrumento de diagnóstico formativo.

A dificuldade recorrente em aplicar conceitos de Resistência dos Materiais (identificação de cargas, modos de solicitação e análise de tensões) e em realizar cálculos com coerência dimensional (erros de unidades e interpretação de ordens de grandeza) aponta para fragilidades na formação prévia. Como registrado no diário de bordo: “A disciplina de Resistência dos Materiais parece ter ficado isolada para os alunos, não conseguindo vincular esses conhecimentos com outras disciplinas até eles chegarem nesta disciplina.” Essa observação dialoga com a crítica de Sheppard *et al.* (2008) sobre a fragmentação curricular nos cursos de



Engenharia, nos quais as disciplinas são frequentemente tratadas como ilhas de conhecimento.

Outra fragilidade identificada foi a deficiência na comunicação técnica formal. A necessidade de corrigir recorrentemente "estrutura, tempos verbais, falta de nomenclatura técnica" nos relatórios evidencia que os alunos não são suficientemente expostos à produção de documentos técnicos ao longo da graduação.

Desafios operacionais e limitações do estudo

Três desafios operacionais merecem destaque:

i) Sobrecarga docente: o tempo investido na correção detalhada de múltiplos relatórios foi identificado como o principal limitante para o escalonamento do modelo. Esse desafio é reconhecido na literatura sobre ABP, que recomenda a previsão de carga horária específica para orientação e *feedback* (Doulougeri *et al.*, 2024).

ii) Logística e infraestrutura: problemas de conectividade (Aula 6) e dificuldades no agendamento da aula prática de laminação comprometeram parcialmente a experiência. A dependência de fatores externos (disponibilidade de técnicos e condições de segurança no entorno da universidade) evidencia a necessidade de planejamento contingencial.

iii) Baixo engajamento assíncrono: a média de 3,1 no item "procurei o professor fora de aula" sugere que a maioria dos alunos não buscou suporte adicional, o que pode ter contribuído para as dificuldades persistentes em alguns grupos.

Como limitações do estudo, destacam-se: a) o tamanho amostral reduzido (16 alunos); b) a ausência de grupo controle contemporâneo, com a utilização de comparação com séries históricas; e c) o possível efeito de novidade ou efeito Hawthorne, que pode ter influenciado a avaliação positiva dos alunos. Portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela.

Implicações para a modernização curricular

A experiência oferece subsídios concretos para a revisão do Projeto Pedagógico do Curso.

Quanto à integração curricular, os resultados reforçam a necessidade de articular explicitamente disciplinas como Resistência dos Materiais, Propriedades Mecânicas e Materiais Compósitos. Uma possibilidade é a criação de "projetos



integradores" que atravessem múltiplas disciplinas, exigindo a aplicação coordenada de conhecimentos.

Quanto ao desenvolvimento de competências transversais, a dificuldade na produção de relatórios técnicos sugere a necessidade de inserir, ao longo do currículo, módulos dedicados à comunicação técnica, à análise de normas e à interpretação de *datasheets*.

Quanto à carga horária docente, as disciplinas baseadas em ABP demandam um regime de trabalho diferenciado. Recomenda-se que o PPC preveja a alocação de horas para orientação, uma menor razão aluno/docente ou o suporte sistemático de monitores, inclusive com a participação de alunos de pós-graduação (em estágio de docência).

CONCLUSÕES

A implementação da Aprendizagem Baseada em Projetos associada a ferramentas computacionais na disciplina EET421 – Materiais Compósitos resultou em:

- i) Melhoria o desempenho acadêmico, com índice de aprovação (81%) e média de grau (6,0) superiores às médias históricas da disciplina (66% e 4,9).
- ii) Elevada satisfação dos alunos, com avaliações máximas (5,0) em quesitos como utilidade dos conhecimentos e contribuição para a formação.
- iii) Identificação de lacunas curriculares persistentes, especialmente na aplicação integrada de conceitos de Resistência dos Materiais e na produção de relatórios técnicos.
- iv) Geração de subsídios para a revisão do Projeto Pedagógico do Curso, incluindo recomendações para a articulação entre disciplinas, o desenvolvimento de competências transversais e a adequação da carga horária docente.

O projeto-piloto demonstrou que a modernização do Ensino de Engenharia, alinhada às Diretrizes Curriculares Nacionais, é viável e produz resultados positivos quando sustentada por metodologias ativas, ferramentas computacionais acessíveis e avaliação formativa contínua. Entretanto, os resultados devem ser interpretados com cautela, pois a comparação foi realizada com séries históricas e não com um grupo de controle simultâneo. Recomenda-se a replicação da experiência em outras disciplinas e contextos institucionais, bem como o aprofundamento da investigação sobre os efeitos da ABP no desenvolvimento de



competências profissionais a longo prazo, além da utilização de grupos de controle simultâneos submetidos às metodologias tradicionais.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Modernização dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia da Escola Politécnica da UFRJ (INOVA DISCIPLINA). Aos alunos da disciplina EET421 – Materiais Compósitos, turma de 2025-2, cujo engajamento e *feedback* tornaram esta experiência possível.

REFERÊNCIAS

- ANGRIZANI, C. C. Uso de *software* acadêmico MECH-GCOMP para o ensino de compósitos particulados. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES nº 334/2019, de 8 de maio de 2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019.
- CHAWLA, K. K. **Composite materials: science and engineering**. 3. ed. New York: Springer, 2012.
- DOULOUGERI, K. *et al.* Challenge-based learning implementation in engineering education: a systematic literature review. **Journal of Engineering Education**, v. 113, n. 4, p. 1076-1106, 2024.
- HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in post-secondary education: theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, n. 2, p. 287-314, 2006.
- JIANG, C.; PANG, Y. Enhancing design thinking in engineering students with project-based learning. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 31, n. 3, p. 1-12, 2023.
- KANGISHWAR, S. *et al.* A comprehensive review on polymer matrix composites: material selection, fabrication, and application. **Polymer Bulletin**, v. 80, n. 1, p. 47-87, jan. 2023.
- MELGUIZO-GARÍN, A. *et al.* Relationship between group work competencies and satisfaction with project-based learning among university students. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 1-12, 2022.
- MILLS, J. E.; TREAGUST, D. F. Engineering education: is problem-based or project-based learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**, v. 3, p. 2-16, 2003.
- SHUHAILO, Y. V.; DERKACH, T. M. Project-based learning for undergraduate engineering students minoring in textile technology and design. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1840, p. 1-8, 2021.
- UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Conselho de Ensino de Graduação. **Resolução CEG/UFRJ nº 146, de 7 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre medidas em caráter excepcional para o Período Letivo de Avaliações. Rio de Janeiro: UFRJ, 2022. Disponível em: https://graduacao.ufrj.br/images/_PR-1/CEG/Resolucoes/2020-2029/RESCEG-2022_146.pdf. Acesso em: 14 mar. 2026.



UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. **Engenharia de Materiais: apresentação**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2026. Disponível em: <https://www.metalmat.ufrj.br/graduacao/engenharia-de-materiais/apresentacao>. Acesso em: 14 mar. 2026.