

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA DO BRASIL: UMA REVISÃO

Fernanda do Nascimento Oliveira ⁽¹⁾ (fernanda.nascimento1@aluno.ufop.edu.br), Arthur Nascimento Assuncao ⁽²⁾ (arthur.assuncao@ifsudestemg.edu.br)

⁽¹⁾ Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP); Rede Temática em Engenharia de Materiais

⁽²⁾ Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Sudeste De Minas Gerais (IFSudesteMG)

RESUMO: *O ensino de engenharia no Brasil ainda utiliza uma metodologia tradicional, em que os estudantes são vistos como receptores passivos de conhecimento. Isso é refletido nos dados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), que mostram que a média dos conceitos dos cursos de Engenharia está abaixo de 3, indicando deficiências na formação dos alunos. Para melhorar esse cenário, metodologias ativas são empregadas e uma dessas é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Este trabalho propõe uma revisão da literatura focada em investigar pesquisas que empregam a ABP em cursos de Mecânica no contexto brasileiro. Para isso, buscamos identificar e analisar publicações relevantes em três bases de dados, resultando na seleção de cinco artigos de um total de 12 identificados. Além disso, os resultados evidenciam que a Aprendizagem Baseada em Projetos não desenvolve apenas habilidades técnicas, mas, também, fortalece competências humanas e de trabalho em equipe entre os estudantes. Assim, este artigo contribui para o entendimento e disseminação do uso dessa metodologia ativa como uma estratégia eficiente e relevante para o ensino de Mecânica no Brasil.*

PALAVRAS-CHAVE: *Aprendizagem Baseada em Projetos, Engenharia Mecânica, Ensino de Engenharia.*

PROJECT-BASED LEARNING IN MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION IN BRAZIL: A REVIEW

ABSTRACT: *Engineering education in Brazil still employs a traditional methodology, where students are seen as passive receivers of knowledge. This is reflected in the data from the National Student Performance Exam (ENADE), which shows that the average scores of Engineering courses are below 3, indicating deficiencies in student education. To improve this scenario, active methodologies are being employed, one of which is Project-Based Learning (PBL). This paper proposes a literature review focused on investigating research that applies PBL in Mechanical Engineering courses in the Brazilian context. To achieve this, we sought to identify and analyze relevant publications in three databases, resulting in the selection of five articles out of a total of 12 identified. Additionally, the results indicate that PBL not only develops technical skills but also strengthens human and teamwork competencies among students. Thus, this article contributes to the understanding and dissemination of the use of this active methodology as an efficient and relevant strategy for Mechanical Engineering education in Brazil.*

KEYWORDS: *Project-Based Learning, Mechanical Engineering, Engineering Education.*

1. INTRODUÇÃO

A disseminação do conhecimento por parte das instituições de ensino superior é fundamental para a formação de novos profissionais e, conseqüentemente, para o crescimento de uma indústria cada vez mais sustentável. Contudo, no Brasil, esse processo de ensino-aprendizagem costuma seguir a forma tradicional, onde o docente ocupa lugar de destaque com participação ativa, enquanto os discentes atuam de forma passiva ouvindo os ensinamentos do professor. Todo esse processo costuma utilizar quadro para escrita e uma ferramenta de escrita, como giz ou pincel, podendo também haver o uso de projetor de vídeo (Mizukami, 1986).

Essa forma de ensino é bastante controversa e criticada por não garantir um bom aprendizado aos alunos, por ser desmotivante, pouco engajadora e por não desenvolver determinadas habilidades ativas como autonomia e proatividade. Além disso, esse modelo não está preparado para o mundo atual com toda a conectividade e redes sociais que, muitas vezes, capturam a atenção dos alunos com facilidade.

Para minimizar esses problemas, surgiram as metodologias ativas de aprendizagem. Essas metodologias permitem que os estudantes participem ativamente do processo de ensino, demandando atitude ativa, garantindo, assim, maior engajamento, autonomia e proatividade. Dessa forma, o aluno se sente mais motivado para aprender e, com essa maior motivação, sua atenção é direcionada ao aprendizado de conteúdos (Santos *et al.*, 2023; Vasconcelos, 2020).

Dentre as metodologias ativas, a mais utilizada é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), do inglês *Project Based Learning* - PBL. Nessa forma de ensino ativo, há, segundo Larmer *et al.* (2015), sete princípios que visam: 1) estimular os alunos a buscar respostas; 2) incentivar o pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e autogestão; 3) conectar a aprendizagem ao contexto da vida dos alunos; 4) permitir que os discentes se expressem e colaborem com a ideia final; 5) refletir sobre os resultados e como melhorar o projeto; 6) revisar e analisar de maneira crítica os feedbacks e 7) apresentar resultados do projeto para geração de satisfação e compartilhamento de conhecimento.

Dessa forma, é nítido que a ABP pode ser aplicada a conteúdos de cursos de Engenharia, principalmente devido ao seu caráter inovador com bastante foco em projetos, seja em sua idealização, manutenção ou implantação. Adicionalmente, existem as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) que, dentre outras coisas, estimulam o uso de metodologias para aprendizagem ativa (Mec, 2019). Somado a isso, no Brasil houve 296.876 inscritos apenas no ano de 2022 nos cursos de Engenharia (Inep, 2022), contudo o conceito ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes) 2019 das engenharias recebeu nota média de 2,79 (Inep, 2019), demonstrando que são necessárias ações para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, dentre outros fatores, dos

cursos de engenharia. Assim, é possível haver benefícios da implementação desta metodologia ativa nos cursos de Engenharia, sobretudo no curso de Engenharia Mecânica.

Com o objetivo de investigar e conhecer o uso dessa metodologia ativa aplicada à graduação em Engenharia Mecânica, realizamos uma revisão bibliográfica nas bases de dados Scopus, *Education Resources Information Center* (ERIC) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para encontrar publicações relativas à aprendizagem baseada em projetos no ensino de conteúdos de engenharia em instituições do Brasil, consultamos a base de dados Scopus, *Education Resources Information Center* (ERIC) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) para encontrar pesquisas que respondessem aos objetivos deste trabalho. Decidimos por bases de dados que poderiam se complementar envolvendo, assim, uma vasta literatura. Desta forma, a escolha da Scopus se deu por se tratar de uma base de dados miscigenada e abrangente, a ERIC por ser uma base de dados específica para educação e BDTD por se tratar de uma base de literatura cinzenta com foco em teses e dissertações.

A formação das consultas (*strings* de busca) contou com palavras-chave e descritores em português e inglês que foram validadas e ampliadas por meio das bases *Thesaurus* da ERIC e a Brased (*Thesaurus* Brasileiro da Educação). A Tabela 1 apresenta a *String* de busca para cada uma das bases.

TABELA 1. *Strings* de busca para cada uma das bases utilizadas na revisão.

Base de dados	<i>String</i> de busca
SCOPUS	("Project Based Learning" OR "Project-Based Learning" OR "Aprendizagem baseada em projeto" OR "Aprendizado Baseado em projeto") AND
ERIC	(Engineering OR "Engineering Education" OR Engenharia OR "Ensino de Engenharia") AND (mechanical OR mecânica OR mecanica) AND (Brazil OR
BDTD	Brazilian OR "Brazilian Education" OR Brasil OR "Educação Brasileira")

Fonte: Autores (2024).

Diversas buscas foram realizadas entre abril e julho de 2024 e a última busca foi realizada no dia 2 de julho de 2024, essa última busca foi realizada para que os resultados fossem o mais atualizado possível. Os resultados dessas buscas foram exportados para o gerenciador de referências Zotero® e para o sistema de revisões Rayyan®.

Critérios de inclusão, exclusão e qualificação estabeleceram que publicações originais com resultados de pesquisas experimentais publicados em congressos e similares e periódicos revisados por pares seriam incluídos, estudos não-experimentais foram excluídos, como revisões, anais de

eventos, livros e capítulos de livros. Foram considerados estudos publicados em qualquer idioma, mas, caso o texto estivesse em idioma diferente do inglês, espanhol ou português, o documento seria traduzido para o português por meio do Google Translator. Nenhuma restrição quanto a data de publicação foi aplicada. A qualificação dos estudos se deu por meio da adequação ao objetivo desta revisão.

Após a exportação para o software Rayyan, iniciou a avaliação dos estudos. Houve duas etapas principais na triagem: triagem de título/resumo e triagem de texto completo. Primeiramente, os títulos, resumos e palavras-chave, chamados de registros, foram lidos, por dois revisores independentes conforme os critérios de inclusão para a revisão. Os estudos indicados como incluído e talvez foram lidos integralmente para confirmar a inclusão.

O texto completo dos registros selecionados foi avaliado detalhadamente, aqui cada documento é denominado publicação. As razões para a exclusão de fontes de evidência que não atenderam aos critérios de inclusão foram registradas para geração do diagrama PRISMA (Page, 2023). A versão completa dos artigos foi procurada em seus locais de publicação, no portal Periódicos CAPES e, em último caso, por meio do envio de mensagem para o autor solicitando o documento em PDF (*Portable Document Format*).

Para a extração dos dados utilizamos um formulário que solicitava os seguintes dados: título do artigo, nome dos autores, ano de publicação, objetivo, comparador, como aplicou, como avaliou, número de participantes e resultados.

Além disso, algumas análises foram realizadas, foram calculados a quantidade de publicações por tipo de publicação (artigo/resumo de congresso ou revista científica), a média de autores e de páginas, além disso, contamos o número de citações por dois meios, pelo Google Acadêmico e Scopus e indicamos a média de citações dos trabalhos. Por fim, uma análise por meio de nuvem de palavras foi realizada a partir das palavras-chave dos estudos. Para isto realizamos um ajuste nos termos para que termos iguais escritos de forma diferentes fossem interpretados como iguais, por exemplo, *Project-Based Learning* foi igualado a *Project Based Learning*.

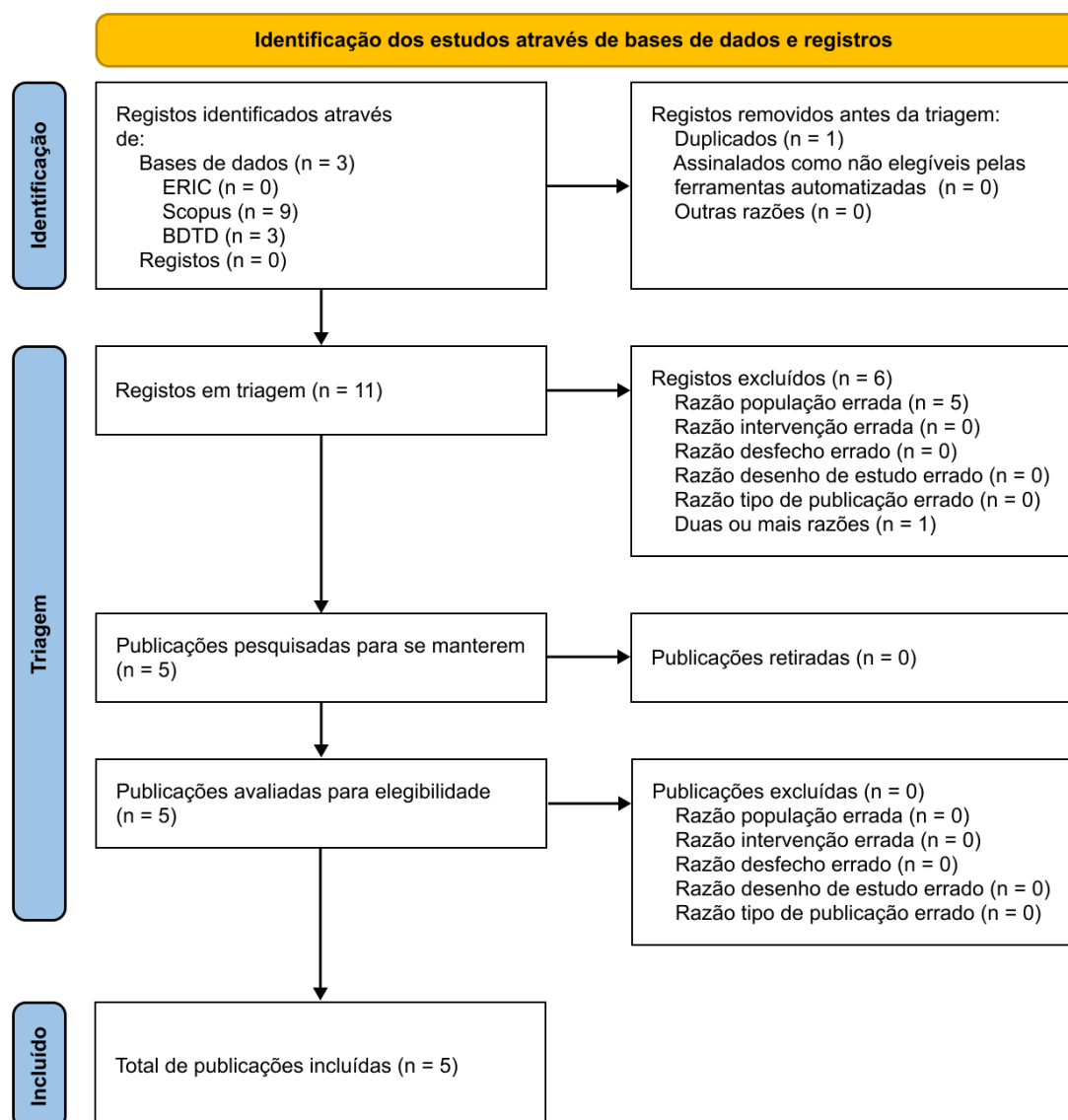
3. RESULTADOS

Nossos resultados foram separados em duas partes, a primeira analisa de forma descritiva os trabalhos, além de apresentar os trabalhos selecionados e o diagrama PRISMA. Em seguida, realizamos a análise individual dos trabalhos.

3.1 Análise descritiva

Cinco publicações foram selecionadas dos 12 registros encontrados na busca. A Figura 1 apresenta o diagrama PRISMA. Podemos ver que um registro foi excluído por ser duplicado, cinco por população incorreta, pois aplicaram Aprendizagem Baseada em Projetos em cursos diferentes de Engenharia Mecânica e um foi excluído por diversas razões. Assim, cinco registros foram selecionados.

FIGURA 1. Fluxograma PRISMA. Registro é o registro encontrado numa base de dados, geralmente identificados por título e resumo. Publicação é o artigo completo e Estudo é um trabalho que pode ser um protocolo, artigos e outro tipo de publicação.



Fonte: Autores (2024).

Os artigos selecionados estão na Tabela 2 com indicação da citação ao trabalho, ano de publicação, local em que foi publicado e tipo de publicação (artigo de congresso e artigo de revista científica). Os trabalhos selecionados foram publicados entre 2016 e 2023 em diversos meios, como revistas científicas e congressos.

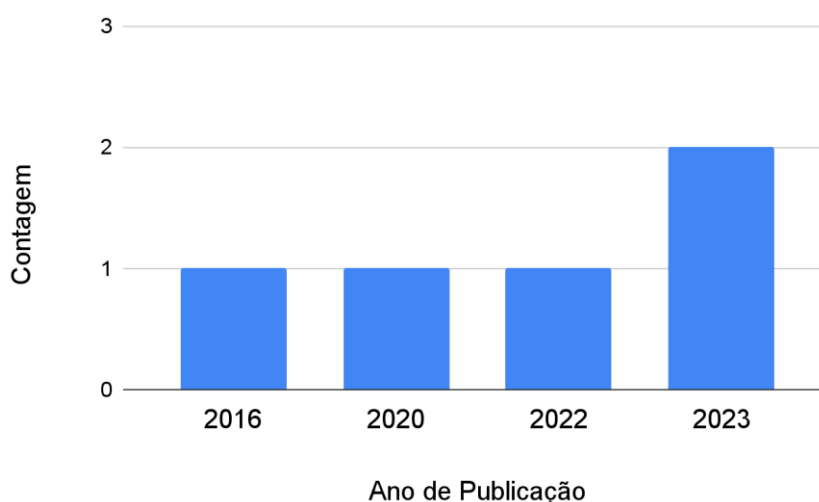
TABELA 2. Principais informações das publicações selecionadas.

Publicação	Ano	Local de Publicação	Tipo de Publicação
PEKELMAN; MAESTRELLI (2023)	2023	International Symposium on Project Approaches in Engineering Education	Artigo de Congresso
DE ARAÚJO <i>et al.</i> (2020)	2020	International Journal of Engineering Education	Artigo de Congresso
CORREIA <i>et al.</i> (2016)	2016	International Symposium on Project Approaches in Engineering Education	Artigo de Congresso
RIBEIRO <i>et al.</i> (2022)	2022	IFIP Advances in Information and Communication Technology	Artigo de Congresso
EVANGELISTA <i>et al.</i> (2023)	2023	Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje	Artigo de Revista

Fonte: Autores (2024).

Apresentamos a distribuição dos artigos ao longo dos anos na Figura 2. Podemos ver que o ano de 2023 teve o maior número de trabalhos publicados, enquanto os demais anos tiveram apenas uma publicação.

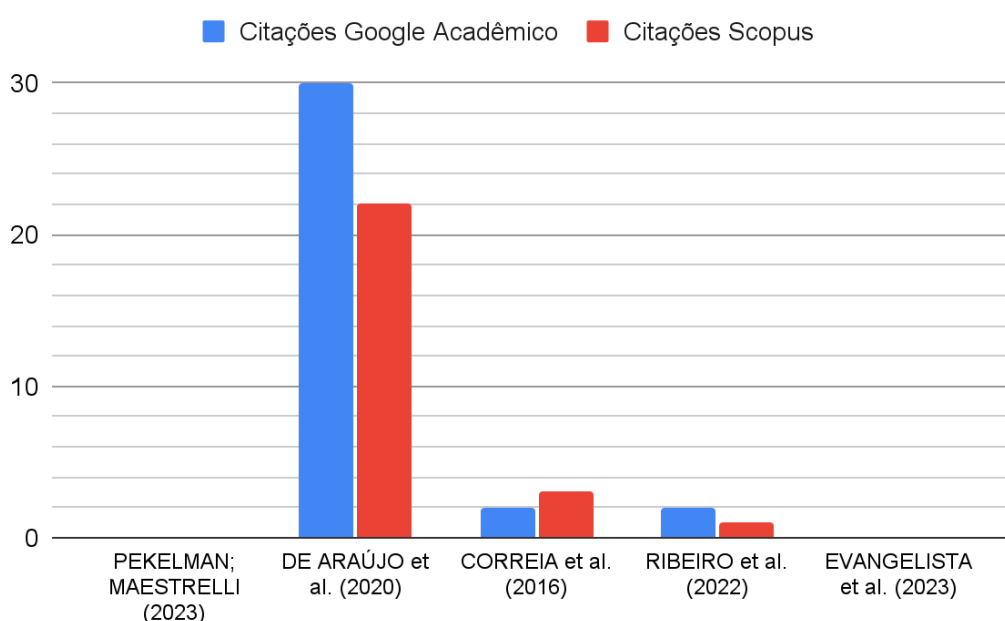
FIGURA 2. Quantidade de publicações por ano.



Fonte: Autores (2024).

É possível ver, no gráfico da Figura 3, que o trabalho De Araujo *et al.* (2020) teve o maior número de citações nas duas bases, porém o número de citações indicado por cada base foi diferente, mostrando que as bases não apresentam números parecidos de citações, isto acontece, pois cada base de dados indexa diferentes fontes (periódicos científicos, congressos, base de dissertações e teses, etc.). Correia *et al.* (2016) e Ribeiro *et al.* (2022) tiveram, em média, duas citações cada. As demais publicações não tiveram citações até o momento.

FIGURA 3. Quantidade de citações por trabalho no Google Acadêmico e Scopus.



Fonte: Autores (2024).

Além disso, calculamos alguns indicadores (Tabela 3). Dos cinco artigos, apenas um foi publicado em revista científica e, assim, quatro foram publicados em congressos, sendo dois desses publicados no *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (PAEE). Houve em média quatro autores por publicação, o que demonstra que há um nível adequado de colaboração nas pesquisas. Por se tratar de artigos completos, os trabalhos têm em média 11 páginas e contam com uma média 6,8 citações segundo o Google Acadêmico e 5,2 citações segundo o Scopus, indicando um baixo número de citações.

TABELA 3. Indicadores das publicações.

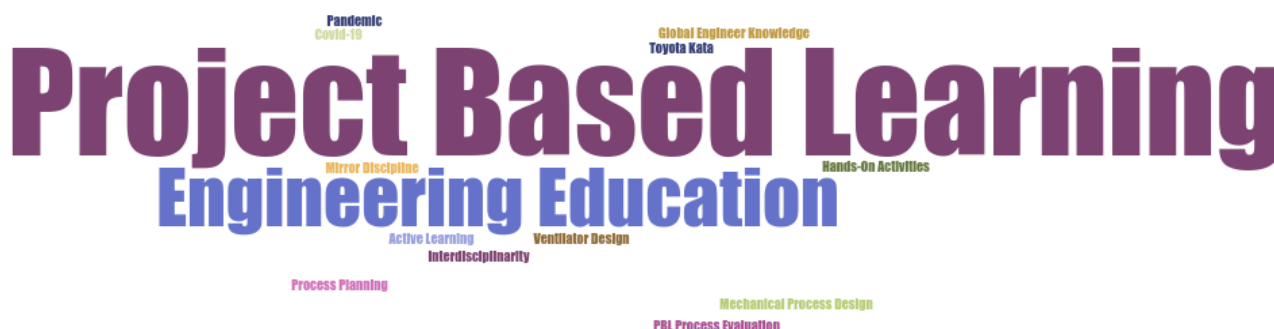
Métrica	Resultado
Quantidade de publicações em Congressos	4

Quantidade de publicações em Periódicos Científicos	1
Média de autores por publicação	4
Média de páginas por publicação	11,8
Média de citações por publicação (Google Acadêmico)	6,8
Média de citações por publicação (Scopus)	5,2

Fonte: Autores (2024).

Para finalizar as análises, montamos uma nuvem de palavras (Figura 4) com as palavras-chave dos artigos, o termo *Project Based Learning* e *Engineering Education* foram os termos mais presentes, o que indica que nosso estudo encontrou publicações conforme objetivo, exceto pela falta da palavra mecânica, contudo isso era esperado, pois este termo costuma estar presente no resumo ou outra parte dos trabalhos.

FIGURA 4. Nuvem de palavras com as palavras-chave das publicações.



Fonte: Autores (2024).

3.2 Análise das publicações selecionadas

Em relação aos trabalhos selecionados nesta revisão, entre 2020 e 2023, Pekelman e Maestrelli (2023) empregaram a combinação da sala espelho (García, 2020) e Aprendizagem Baseada em Projetos para ensinar Desenho e Desenvolvimento de Protótipos em universidades do Brasil e dos EUA. Os projetos foram conduzidos por grupos de aproximadamente quatro estudantes, demonstrando alinhamento dos conhecimentos adquiridos com as demandas dos mercados nacional e internacional, além de evidenciar ganhos significativos em competências técnicas e humanas.

Ribeiro *et al.* (2022) aplicaram a Aprendizagem Baseada em Projetos para ensinar o conceito de Design de Processos, visando aumentar a participação ativa dos alunos. Os estudantes foram incentivados a realizar experimentos e reflexões sobre atividades propostas utilizando *storyboards* e os ciclos do PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir). Os autores concluíram que a proposta promoveu uma participação ativa dos estudantes, com maior valorização e compartilhamento de conhecimentos.

Durante a pandemia de COVID-19, Evangelista et al. (2023) conduziram um estudo de caso para desenvolver um ventilador mecânico de baixo custo, utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos e a colaboração entre quatro grupos multidisciplinares de instituições em Brasília e São Paulo. Um total de 17 alunos de várias Engenharias, como Mecânica, Produção, Eletrônica, Software, Mecatrônica e Medicina, participaram do projeto. Após seis meses, os alunos foram avaliados por meio de questionários para medir o impacto do projeto em sua formação, incluindo o impacto do conhecimento prévio, a consolidação de saberes e o aprendizado de novos conteúdos. A avaliação também abordou o desenvolvimento de competências humanas, como atitudes, compromisso ético, interesse, proatividade, liderança, respeito pelas opiniões dos outros, colaboração, cooperação, flexibilidade e empatia, além do impacto nas habilidades de trabalho em grupo.

Os resultados do estudo de Evangelista *et al.* (2023) indicaram que os conhecimentos prévios foram considerados importantes e foram reforçados pelo projeto, enquanto novos conteúdos foram aprendidos. As competências humanas foram significativamente melhoradas, com alta avaliação para compromisso ético, interesse, proatividade, respeito pelos outros, colaboração, cooperação, flexibilidade e empatia (média acima de 4). Apenas a liderança não obteve uma média alta entre os cursos, possivelmente devido ao papel dos orientadores como líderes, limitando o desenvolvimento dessa habilidade pelos alunos. As habilidades de trabalho em grupo, como trabalho em equipe, análise crítica, comunicação, resolução de problemas, visão sistêmica e trabalho autogerido, também apresentaram desenvolvimento, embora a média geral tenha sido reduzida devido à participação limitada em um dos cursos. A partir dos resultados, os autores concluem que o projeto permitiu aos alunos a valorização da visão sistêmica, bem como desenvolvimento de habilidades humanas e em grupo.

Em 2018, De Araújo et al. (2020) realizaram um programa de ensino baseado em projetos em vários cursos de Engenharia, como o de Mecânica, com a participação de 1209 alunos. A avaliação do método, realizada por meio de questionários, mediu o engajamento e a satisfação dos estudantes. A satisfação foi considerada crucial, pois influencia positivamente no envolvimento com o processo de aprendizagem. Os resultados revelaram uma satisfação de 71,1% com o programa e 78,5% em relação aos recursos disponíveis, como laboratórios, orientações e ferramentas. Além disso, 92,2% dos alunos consideraram que a metodologia proporcionou um ambiente envolvente de aprendizado. Em termos de efetividade, 85% dos alunos indicaram que o programa facilitou seu aprendizado, com

a minoria insatisfeita devido a restrições de tempo e informação para o desenvolvimento dos projetos. Adicionalmente, 85% dos participantes relataram que o programa ajudou a desenvolver competências relacionadas ao pensamento crítico e à aplicação prática da teoria. Conclui-se, portanto, que o programa foi amplamente avaliado pelos estudantes como uma experiência imersiva e engajadora.

Correia *et al.* (2016) implementaram a Aprendizagem Baseada em Projetos de maneira interdisciplinar com 20 estudantes de uma instituição em Pernambuco. A avaliação incluiu a percepção e a compreensão dos discentes sobre o impacto da metodologia aplicada. Todos os aspectos avaliados no questionário, como aplicação dos conteúdos, aumento da autonomia, melhoria da comunicação oral e escrita, e desenvolvimento de habilidades de gestão de projetos, receberam respostas predominantemente positivas. No entanto, a compreensão dos conteúdos das disciplinas obteve respostas mistas, com uma variação entre "Não tenho certeza" e "Concordo".

Em relação à avaliação do projeto, Correia *et al.* (2016) destacaram que os estudantes perceberam que o projeto facilitou a integração e a socialização, além de contribuir para a permanência na instituição. Os discentes também consideraram o projeto bem organizado, com informações claras. Assim, os autores concluíram que o projeto representou uma contribuição significativa para os alunos, aumentando sua motivação, comprometimento e entusiasmo em comparação às aulas tradicionais, reforçando a importância de um aprendizado mais ativo e colaborativo.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho investigou o uso de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) em cursos de Engenharia Mecânica do Brasil e evidenciou resultados positivos quanto ao emprego dessa metodologia. As publicações selecionadas abrangeram diversas áreas da Engenharia, como Desenho e Desenvolvimento de Protótipos, Design de Processos e Desenvolvimento de Produtos, mostrando que pode ser aplicada a diversos contextos, inclusive em situações emergenciais, como foi a pandemia do Covid-19. A análise revelou que a publicação em congressos é predominante.

Por fim, os resultados indicaram que essa metodologia ativa pode ser uma ferramenta essencial para a formação de engenheiros, maximizando o aprendizado de conteúdos técnicos, habilidades humanas e em grupo e, assim, o desenvolvimento profissional dos alunos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e ao IF Sudeste MG pelo apoio a este trabalho.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

REFERÊNCIAS

CORREIA, W. C.; GHISLANDI, M. G.; LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; AMORIM, M. C. The project-based learning experience of a new engineering campus from the perspective of the students Em: 2016, [s. l.]. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2016. p. 463–474.

DE ARAÚJO, R. G. B.; DA COSTA, M. V. A.; JOSEPH, B.; SÁNCHEZ, J. G. Developing professional and entrepreneurship skills of engineering students through problem-based learning: A case study in Brazil. International Journal of Engineering Education, [s. l.], v. 36, n. 1 A, p. 155–169, 2020.

EVANGELISTA, S. H.; BESTARD, G. A.; OLIVEIRA, F. H. M.; DA SILVA, I. A.; AMORIM, F. F.; LLANOS, C. H.; BARBALHO, S. C. M. Using Problem/Project-Based Learning for Developing a Mechanical Ventilator in Brazil: The Perception of Undergraduate Students Regarding Their Learning and Satisfaction. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 199–210, 2023.

GARCÍA, Hilda Clarena Buitrago. The mirror class as a multi-campus teaching and learning experience. 2020.

INEP. Censo da Educação Superior. Brasília: Inep. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>. Acessado 26 abril. 2024.

INEP. Indicadores de Qualidade da Educação Superior. Brasília: Inep. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior>>. Acesso em: 26 abril. 2024.

LARMER, John; MERGENDOLLER, John; BOSS, Suzie. Setting the standard for project based learning. Ascd, 2015.

MEC. Ministério Da Educação. Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia. 2019.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti et al. Ensino: as abordagens do processo. 1986.

PAGE, Matthew J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. Revista panamericana de salud publica, v. 46, p. e112, 2023.

PEKELMAN, H.; MAESTRELLI, N. C. Applying Mirror Discipline Concept and Project Based Learning to enhance Active Learning. Em: 2023, [s. l.], . Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2023. p. 230–236.

RIBEIRO, D. R. S.; FORCELLINI, F. A.; PEREIRA, M. Toyota Kata Patterns to Help Teach Process Design: Applying a Project-Based Learning Model. Em: 2022, [s. l.], . Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2022. p. 55–67.

SANTOS, Renan Cavalcante; BRITO, Matheus De Sousa; MARQUES, Gabriel Fortes. Utilização De Impressão 3d Como Metodologia Ativa Para Ensino De Elementos De Máquinas. In: Anais do Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial. Anais. Vitória(ES) Estácio Jardim Camburi, 2023.

VASCONCELOS, Juliana Sales et al. Manual para aplicação da metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos de maneira interdisciplinar. 2020.