



EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA COM PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA: APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (PBL) PREPARANDO OS ESTUDANTES COM DESAFIOS REAIS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5414

Autores: PABLO ALTOé AMORIM

Resumo: *Este artigo explora a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) no curso de Engenharia Mecânica, demonstrando sua eficácia na preparação de estudantes para desafios reais do mercado de trabalho. A PBL promove uma integração prática e teórica, desenvolvendo competências como resolução de problemas, trabalho em equipe, e autonomia intelectual, além de incentivar a inovação e o empreendedorismo. A metodologia é detalhadamente aplicada através de projetos reais em colaboração com a indústria, proporcionando resultados positivos como maior engajamento, motivação, e desenvolvimento de habilidades críticas. O trabalho serve como um guia prático para educadores interessados em implementar metodologias ativas de aprendizagem.*

Palavras-chave: *Aprendizagem Baseada em Projetos, Educação em Engenharia, Integração Academia-Indústria*

EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA COM PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA: APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (PBL) PREPARANDO OS ESTUDANTES COM DESAFIOS REAIS

1 INTRODUÇÃO

No contexto educacional contemporâneo, a necessidade de preparar estudantes para enfrentar os desafios do mercado de trabalho de maneira eficaz e inovadora tem levado à adoção de metodologias ativas de aprendizagem. Entre estas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning - PBL*) se destaca por promover a integração entre teoria e prática, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades e competências essenciais através da resolução de problemas reais (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364; Varela *et al*, 2023, v. 158). Essas abordagens centradas no estudante incentivam um papel ativo no processo de aprendizagem, especialmente relevante na engenharia, onde facilita a aplicação dos conhecimentos técnicos em situações práticas e aproxima os estudantes das demandas do setor industrial (Guo *et al*, 2020, v. 102; Liu *et al*, 2009, v. 19, p. 139; Judge e Osman, 2011, v. 15, p. 1546).

Este artigo objetiva detalhar a aplicação da metodologia PBL na disciplina de Projeto de Máquinas, ministrada no 9º período do curso de Engenharia Mecânica, podendo ser aplicada também em disciplinas similares. Ao compartilhar essa experiência, pretende-se fornecer um guia prático para outros educadores que desejam implementar essa abordagem, evidenciando a importância da interface entre a academia e a indústria no desenvolvimento das competências dos alunos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A metodologia PBL tem suas raízes na educação progressiva de John Dewey, que defendia a aprendizagem através da experiência e da reflexão crítica. A formalização do PBL como uma metodologia estruturada ocorreu na década de 1960, na Escola de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá. Desde então, a abordagem se expandiu para diversas áreas do conhecimento e níveis de ensino, incluindo a engenharia, as ciências da computação, e a educação básica (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364; Varela *et al*, 2023, v. 158). Na engenharia esta metodologia tem sido aplicada a tanto tempo quando na medicina (Barrows, 1996, v. 1996, p. 3). A Aprendizagem Baseada em Projetos foi introduzida no Brasil na década de 1930 através das traduções de Anísio Teixeira, como parte do movimento da Escola Nova (Behrens, 2001, v. 2, p. 77).

A flexibilidade do PBL permite sua aplicação em uma ampla gama de disciplinas. Em engenharia, por exemplo, os estudantes podem trabalhar em projetos que envolvem o design e a prototipagem de dispositivos mecânicos ou eletrônicos. Na área de ciências da computação, o PBL é utilizado para o desenvolvimento de softwares, onde os estudantes aprendem sobre algoritmos, modelagem e simulação em um contexto colaborativo (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364; Varela *et al*, 2023, v. 158; Saad e Zainudin, 2022, v. 78). Além disso, o PBL tem sido amplamente utilizado em contextos híbridos, combinando estudantes presenciais e online, o que se mostrou eficaz especialmente durante a pandemia de COVID-19 (Varela *et al*, 2023, v. 158).

Não apenas na área de exatas o uso da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) tem sido aplicada em diversas áreas e fases da educação, do ensino fundamental ao superior (Huei, 2023, v. 32; Barrows, 1996, v. 1996, p. 3; Zhong *et al*, 2024, v. 10, Issue 2). A PBL foi explorada para melhorar as habilidades de análise estatística entre estudantes universitários, no contexto da educação esportiva demonstrou ser eficaz não apenas em melhorar as competências técnicas dos alunos, mas também em aumentar o interesse e a relevância percebida dos conteúdos estatísticos para suas futuras carreiras na indústria esportiva (Huei, 2023, v. 32).

A implementação do PBL envolve diversas etapas bem definidas. Inicialmente, os estudantes são apresentados a um problema desafiador e realista, que requer a aplicação de conhecimentos multidisciplinares para sua resolução. Os grupos de trabalho são formados e cada grupo escolhe um problema a ser investigado. A partir daí, os estudantes passam por um processo iterativo de pesquisa, ideação, desenvolvimento de soluções e prototipagem. Durante todo o processo, os professores atuam como facilitadores, orientando e fornecendo feedback contínuo aos grupos (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364; Varela *et al*, 2023, v. 158; Barrows, 1996, v. 1996, p. 3ens).

As etapas específicas de um curso baseado em PBL podem incluir a formação de equipes, escolha de problemas, coleta de informações, definição do problema, ideação de soluções, desenvolvimento e revisão de protótipos, e finalmente a apresentação pública dos resultados (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364). Cada uma dessas etapas é acompanhada por avaliações formativas e sumativas, garantindo que os estudantes reflitam sobre suas aprendizagens e aprimorem suas habilidades ao longo do projeto (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364).

Os benefícios do PBL são amplamente documentados na literatura acadêmica. Entre os principais ganhos estão o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, trabalho em equipe, comunicação, pensamento crítico e criatividade. O PBL também promove uma aprendizagem mais profunda e duradoura, uma vez que os estudantes estão ativamente envolvidos no processo de construção do conhecimento (Kaushik, 2020, v. 172, p. 364; Varela *et al*, 2023, v. 158; Saad e Zainudin, 2022, v. 78). Além disso, a abordagem favorece a integração de competências técnicas e comportamentais, essenciais para o sucesso profissional no século XXI (Saad e Zainudin, 2022, v. 78; Thu, 2024, 4º ICEAC).

3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A disciplina de Projeto de Máquinas é ofertada aos alunos do 9º período, abrangendo um público com perfis diversos, desde graduandos com formação técnica até aqueles cursando a primeira graduação e com diferentes níveis de experiência profissional.

Inicialmente, é realizado um diagnóstico, ou mapeamento da turma, através da aplicação de questionário online, para identificar as características individuais dos alunos, como profissão, áreas de interesse na engenharia, e conhecimentos de software, permitindo um planejamento personalizado das atividades assim como formação de grupos.

Estrutura das Aulas

A aplicação da metodologia PBL segue um planejamento rigoroso que se divide em etapas específicas:

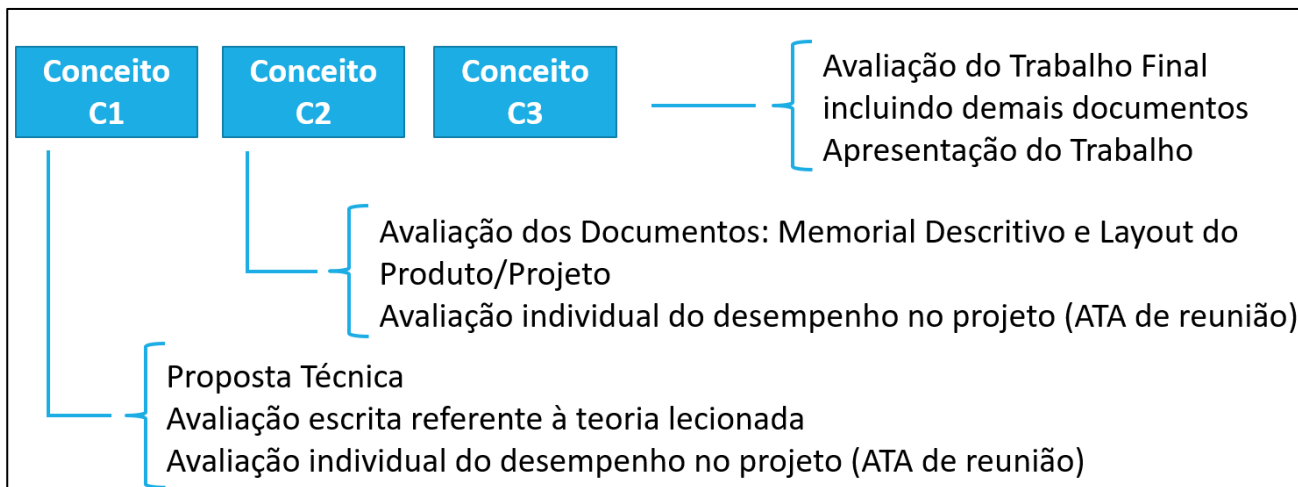
1. Divisão dos Grupos e Definição dos Projetos:

- Os alunos são divididos em grupos heterogêneos;
 - Cada grupo recebe um projeto realista, com desafios que simulam problemas enfrentados na indústria;
 - A definição dos projetos é feita com base em problemas reais fornecidos pelo professor ou por empresas parceiras. É de suma importância o professor realizar levantamento de campo prévio e realizar registros dos problemas;
2. Aulas Teóricas:
- Criação de empresa, pesquisa de mercado, estudo das normas e legislações, definição das premissas do projeto, cronogramas, projeto conceitual, básico e detalhado, desenho arquitetônico, memorial de cálculo, e especificações técnicas;
 - Conceitos e Padrões de Projetos: abordagem de conceitos fundamentais, exemplificação de projetos anteriores, apresentação dos conceitos PMI (Project Management Institute) e FEL (Front-End Loading);
 - Apresentação dos principais documentos desenvolvidos em projetos nas diversas áreas, industriais, residenciais, entre outras;
 - Relação entre Custos e Fases do Projeto: Discussão sobre CAPEX (Capital Expenditure) e OPEX (Operational Expenditure), e como eles influenciam as diferentes fases do projeto.
3. Aulas Práticas:
- Identificação dos Problemas: apresentação dos problemas levantados na indústria.
 - Desenvolvimento dos Projetos: os grupos têm liberdade para escolher os projetos que desejam desenvolver. Isso pode gerar dificuldade para o professor que não tem experiência em uma determinada área, sendo necessário suporte de outros profissionais;
 - Interação com o Cliente: sempre que possível gerar uma comunicação, de preferência presencial com o cliente (professor ou empresa) principalmente nas fases iniciais para levantamento das premissas do projeto e finais para apresentação do projeto;
 - Atividades de campo e uso de ferramentas: realizar levantamento de campo, utilização de instrumentos de medição, estudo do local de instalação do sistema, e uso de softwares para desenho e cálculo.
4. Documentação e Pesquisa de Mercado:
- Desenvolvimento de Documentação Técnica: proposta técnica, cronogramas, desenhos, memorial descritivo e de cálculo, planilhas de quantidade, listas de equipamentos, especificação técnica, entre outros.
 - Pesquisa de Mercado: definição do público-alvo, análise de produtos/projetos semelhantes, concorrentes, custos, vantagens e desvantagens, oportunidades e fornecedores.

Avaliações

A avaliação dos alunos é realizada em três etapas principais conforme Figura 1. Pesos podem ser distribuídos conforme características de cada projeto.

Figura 1 – Etapas e tópicos avaliados.



Fonte: Autor

Relação entre Instituição de Ensino e Indústria

Para fortalecer a interface entre alunos e indústria na metodologia PBL, a Instituição de Ensino tem papel importantíssimo como facilitador. Neste trabalho em específico a Instituição de Ensino auxiliou no mapeamento de empresas e contato com setores de engenharia, especialmente de manutenção. Entretanto a Instituição pode adotar diversas estratégias como:

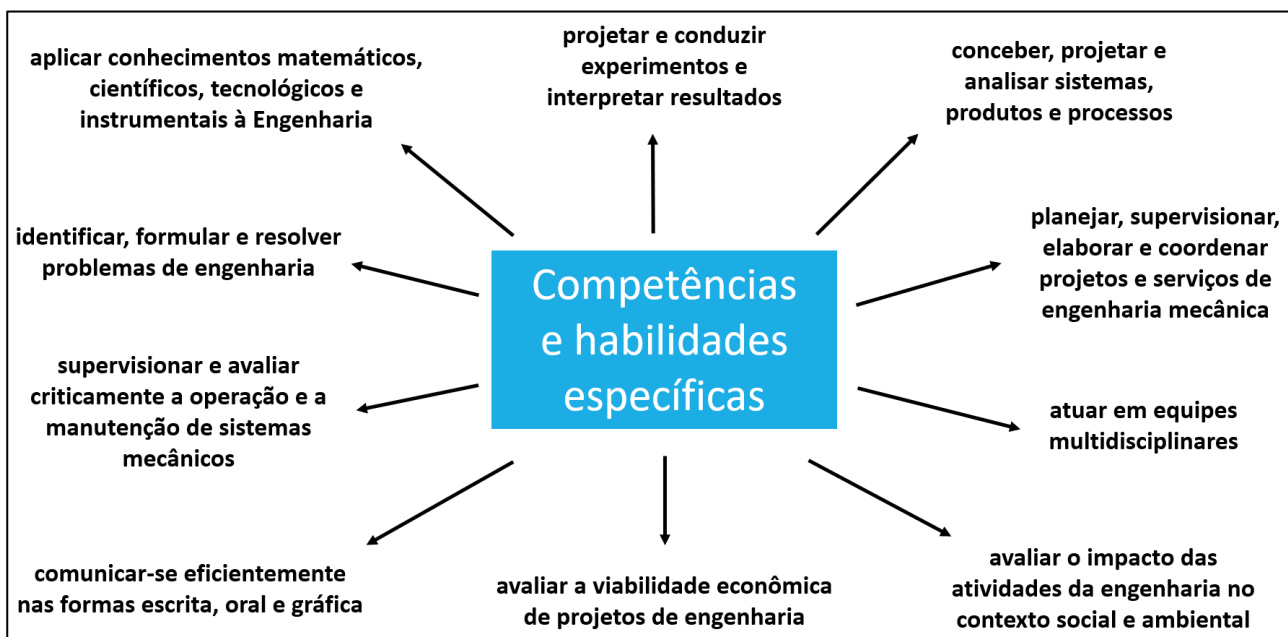
1. Parcerias com Empresas:
 - Estabelecer acordos com empresas para fornecer projetos baseados em problemas reais;
 - Oferecer apoio técnico e mentoria de profissionais da indústria;
 - Organizar visitas técnicas e palestras com especialistas;
2. Incubadoras e Escritórios de Projetos:
 - Criar espaços colaborativos com laboratórios e equipamentos necessários;
 - Fornecer suporte administrativo e facilitar o contato com empresas parceiras;
3. Programas de Estágio e Cooperação:
 - Oferecer estágios relacionados aos projetos acadêmicos;
 - Desenvolver projetos cooperativos com supervisão conjunta da indústria e academia;
4. Incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento:
 - Disponibilizar financiamento para projetos inovadores;
 - Promover a participação em feiras e competições de engenharia;
5. Criação de Comitês Consultivos:
 - Formar comitês com membros da academia e indústria para avaliar e orientar os projetos;
 - Garantir que os projetos estejam alinhados com as demandas do mercado.

Essas estratégias não só enriquecem a formação dos alunos, preparando-os melhor para suas carreiras, mas também contribuem para soluções inovadoras na indústria, posicionando a instituição como um agente facilitador na formação de engenheiros capacitados e alinhados com as necessidades do mercado.

Perfil do Egresso e Aplicação da Metodologia PBL

O perfil do egresso delineado no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Engenharia Mecânica é essencial para formar profissionais capacitados, capazes de enfrentar os desafios contemporâneos e inovar no mercado de trabalho (Figura 2).

Figura 1 – Perfil do Egresso. Competências e Habilidade.



Fonte: Autor

A metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) aplicada na disciplina de Projeto de Máquinas se alinha perfeitamente com esses objetivos, promovendo uma abordagem sistêmica na resolução de problemas reais e incentivando os alunos a considerar múltiplos aspectos e impactos. Isso é fundamental para formar engenheiros capazes de propor soluções sustentáveis e desenvolver uma postura proativa na aquisição contínua de conhecimentos. Integrando teoria e prática, a PBL consolida uma sólida base científica e cultural, reforça os conhecimentos em matemática e física, e proporciona um entendimento aprofundado da área profissional através da imersão em projetos reais.

Além disso, a PBL aprimora as habilidades informáticas dos alunos através do uso de softwares de design, simulação e cálculo, e fomenta o espírito empreendedor, incentivando a inovação. Ao engajar os alunos em projetos desafiadores e reais, a PBL prepara-os para iniciar seus próprios empreendimentos ou contribuir com inovação no ambiente de trabalho.

Em suma, a aplicação da metodologia PBL na disciplina de Projeto de Máquinas é uma estratégia pedagógica poderosa que contribui significativamente para o desenvolvimento das competências descritas no perfil do egresso do curso de Engenharia

Mecânica, preparando-os para serem profissionais completos, capazes de inovar e liderar no mercado de trabalho.

4 RESULTADOS

A aplicação da metodologia PBL na disciplina de Projeto de Máquinas proporcionou resultados significativos em diversos aspectos educacionais. Primeiramente, a abordagem promoveu um alto nível de engajamento e motivação entre os alunos, que se mostraram mais entusiasmados ao lidar com problemas reais e aplicar conhecimentos teóricos de forma prática. Este engajamento foi fundamental para o desenvolvimento de competências críticas, como resolução de problemas complexos, trabalho em equipe eficaz, habilidades de comunicação e gestão de projetos.

Além disso, a interação direta com problemas da indústria permitiu aos estudantes uma visão pragmática das demandas do mercado de trabalho, preparando-os de maneira mais completa para os desafios profissionais futuros, além de apresentar diversos mercados, empresas e possibilidades de atuação permitindo diversificação das suas atividades.

A metodologia também fomentou um ambiente propício à inovação e criatividade, onde os alunos puderam explorar soluções originais e eficazes para os problemas apresentados, contribuindo assim para o desenvolvimento de habilidades empreendedoras e a capacidade de criar valor no contexto empresarial.

5 CONCLUSÃO

Em conclusão, a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) emerge como uma metodologia robusta e essencial no contexto educacional contemporâneo, especialmente em disciplinas técnicas como Projeto de Máquinas na Engenharia Mecânica. Além de enriquecer o aprendizado dos alunos, a PBL fortalece a interação entre a academia e a indústria, promovendo uma formação mais alinhada com as necessidades do mercado. Este artigo visa não apenas relatar os resultados positivos obtidos, mas também servir como um guia prático para educadores interessados em implementar metodologias ativas de aprendizagem.

É crucial destacar que a aplicação da PBL não apenas desenvolve competências técnicas, mas também prepara os alunos para desafios mais amplos da vida profissional, como a criação de redes de contatos, a gestão de relacionamentos com clientes e a capacidade de expressar ideias de maneira clara e persuasiva. Essas habilidades não só aumentam a empregabilidade dos graduandos, mas também os capacitam para contribuir significativamente em ambientes de trabalho colaborativos e dinâmicos, além de desenvolver. Assim, a metodologia PBL não é apenas uma ferramenta educacional, mas um facilitador crucial para o desenvolvimento de profissionais altamente qualificados e preparados para os desafios do século XXI.

6 REFERÊNCIAS

BARROWS, H.S., Problem-Based Learning in medicine and beyond: a brief overview. **New Directions for teaching and learning**. Volume 1996, Issue68, p. 3-12, Winter 1996.

BEHRENS, M. A.; JOSÉ E. M. A. Aprendizagem por projetos e os Contratos didáticos. **Revista Diálogo Educacional** - v. 2 - n.3 - p. 77-96 - jan./jun. 2001.

GUO, Pengyue *et al.* A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. **International Journal of Educational Research**. Volume 102, 101586, maio 2020.

HUEI, Fu Lu. Statistical learning in sports education: A case study on improving quantitative analysis skills through project-based learning. **Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education**. Volume 32, 100417, junho 2023.

JUDGE, Kaur; OSMAN, Kamisah; YASSIN, Siti Fatimah Mohd. Cultivating communication through PBL with ICT. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. Volume 15, p. 1546-1550, 2011.

KAUSHIK M. Evaluating a First-Year Engineering Course for Project Based Learning (PBL) Essentials. **Procedia Computer Science**, Volume 172, p. 364-369, 2020.

LIU, Woon Chia *et al.* A self-determination approach to understanding students' motivation in project work. **Learning and Individual Differences**, Volume 19, Issue 1, p. 139-145, 1st Quarter 2009.

SAAD, Aslina; ZAINUDIN, Suhaila. A review of Project-Based Learning (PBL) and Computational Thinking (CT) in teaching and learning. **Learning and Motivation**. Volume 78, 101802, maio 2022.

THU Thi-Kim Le. Project-based Learning in 21st Century: A Review of Dimensions for Implementation in University-level Teaching and Learning. 4th ICEAC International Conference on English Across Cultures. **Anais**. Bali, Indonesia, outubro 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352977987_Project-based_Learning_in_21st_Century_A_Review_of_Dimensions_for_Implementation_in_University-level_Teaching_and_Learning. Acesso em 15/06/2024.

VARELA, Edgar Ceh; BONILLA Carlos Canto; DUNI, Dhimitraq. Application of Project Based Learning to a Software Engineering course in a hybrid class environment. **Information and Software Technology**, Volume 158, 107189, junho 2023.

ZHONG, Baichang; LIU Xiaofan; LI, Xinwei. Effects of reverse engineering pedagogy on students' learning performance in STEM education: The bridge-design project as an example. **Heliyon**. Volume 10, Issue 2, e24278, janeiro 2024.

ENGINEERING EDUCATION WITH INDUSTRY PARTICIPATION: APPLICATION OF PROJECT-BASED LEARNING (PBL) TO PREPARE STUDENTS FOR REAL-WORLD CHALLENGES

Abstract: *This article explores the application of Project-Based Learning (PBL) in the Mechanical Engineering course, demonstrating its effectiveness in preparing students for real-world market challenges. PBL fosters practical and theoretical integration, developing*

competencies such as problem-solving, teamwork, and intellectual autonomy, while also encouraging innovation and entrepreneurship. The methodology is applied through detailed real-world projects in collaboration with the industry, yielding positive outcomes such as increased engagement, motivation, and development of critical skills. This work serves as a practical guide for educators interested in implementing active learning methodologies.

Keywords: *Project-Based Learning, Engineering Education, Academia-Industry Integration*

