

## METODOLOGIA PBL APLICADA EM PROJETOS MULTIDISCIPLINARES DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

*PROJECT-BASED LEARNING APPLIED TO BIOMEDICAL ENGINEERING  
MULTIDISCIPLINARY PROJECTS*

*METODOLOGÍA PBL APLICADA A PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS DE  
INGENIERÍA BIOMÉDICA*

Diogo José Horst <sup>1</sup>  
Ederson Cichaczewski <sup>2</sup>

**Grupo de trabalho:** Grupo de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade da Uninter

### Resumo

O *Project Based Learning* (PBL) é uma ferramenta poderosa para melhorar o aprendizado porque incentiva os alunos a abordarem questões do mundo real por meio de um processo de autodescoberta. Neste artigo oferecemos alguns princípios para gerar tarefas PBL bem-sucedidas, mostrando como os padrões PBL podem ser aplicados na geração, implementação e avaliação de problemas em projetos multidisciplinares. Ao envolver os alunos no processo de desenvolvimento de terapias médicas inovadoras e equipamentos que atendam às necessidades clínicas, o PBL permite que os professores de engenharia biomédica combinem conceitos fundamentais de engenharia no contexto da doença. A ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) baseia-se na ideia de que o conhecimento é mais bem apreendido e mantido quando é oferecido em um ambiente do mundo real.

**Palavras-chave:** Aprendizagem baseada em problemas; estratégias de ensino; educação biomédica.

### Abstract

Project-Based Learning (PBL) is a powerful tool for improving learning because it encourages students to address real-world issues through a process of self-discovery. The following paper offer some principles for generating successful PBL assignments, showing how PBL standards can be applied to problem generation, implementation and evaluation in multidisciplinary projects. By involving students in the process of developing innovative medical therapies and equipment that meet clinical needs, PBL allows biomedical engineering faculty to combine fundamental engineering concepts in the disease's context. Problem-Based Learning (PBA) is grounded on the idea that knowledge is best grasped and retained when it is delivered in a real-world environment.

**Keywords:** problem-based learning; teaching strategies; biomedical education.

### Resumen

El *Project Based Learning* (PBL) es una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje porque alienta a los estudiantes a abordar problemas del mundo real a través de un proceso de autodescubrimiento. Este artículo ofrece algunos principios para generar tareas PBL exitosas, mostrando cómo los patrones PBL pueden ser aplicados en

<sup>1</sup> Estudante do curso de Engenharia da Produção do Centro Universitário Internacional UNINTER.

<sup>2</sup> Professor do curso de Engenharia Biomédica da UNINTER - Orientador.

la generación, implementación y evaluación de problemas en proyectos multidisciplinarios. Al involucrar a los estudiantes en el desarrollo de terapias y equipos médicos innovadores, que satisfagan necesidades clínicas, el PBL permite a los profesores de ingeniería biomédica combinar conceptos fundamentales de ingeniería en el contexto de la enfermedad. El ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) se basa en la idea de que el conocimiento se aprende y retiene mejor cuando se ofrece en un entorno del mundo real.

**Palabras-clave:** Aprendizaje basado en problemas; estrategias de enseñanza; educación biomédica.

## **Introdução**

O projeto de engenharia de dispositivos médicos bem-sucedido depende de vários elementos essenciais; trata-se de um processo muito difícil que requer cooperação multidisciplinar. É, portanto, difícil formar engenheiros em geral e engenheiros biomédicos em particular para trabalhar no setor médico, em conexão com a criação de biodispositivos (LANTADA, 2019).

Os processos de ensino e aprendizagem, através dos quais os formandos devem adquirir uma compreensão abrangente da área médica e da indústria biomédica — uma combinação equilibrada de conhecimentos gerais e específicos de acordo com a especialização escolhida, várias competências técnicas ligadas a modernas ferramentas de engenharia e uma ampla gama de competências profissionais —, devem ser estrategicamente planejados e executados. A aprendizagem baseada em projetos é descrita aqui com exemplos de implementações bem-sucedidas como uma das abordagens de ensino-aprendizagem disponíveis que podem ser usadas para fornecer tal instrução abrangente (SETIAWAN, 2018).

A Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning - PBL*) é uma técnica típica de aprendizagem centrada no aluno que tem sido utilizada no ensino de engenharia para desenvolver habilidades profissionais e promover o envolvimento do aluno com o design. Nesta estratégia, os alunos trabalham em grupos para aplicar seus conhecimentos a um desafio aberto e do mundo real, emulando a experiência profissional de engenharia (CLYNE; BILLIAR, 2016).

No ensino de engenharia biomédica, o PBL tem o intuito de motivar o aprendizado dos alunos, aumentar a retenção de conhecimento e promover a resolução de problemas, a comunicação e suas habilidades colaborativas. No entanto, obstáculos genuínos na implementação bem-sucedida continuam a limitar a adoção do PBL.

Ao envolver os alunos no processo de desenvolvimento de terapias médicas inovadoras e equipamentos que atendam às necessidades clínicas, o PBL permite que professores de engenharia biomédica combinem conceitos fundamentais de engenharia no contexto da

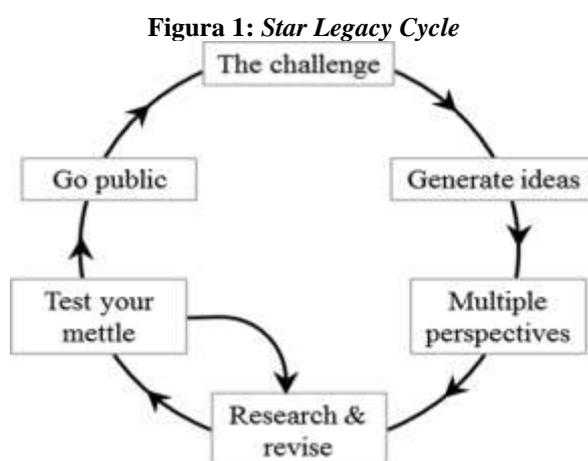
doença. A PBL baseia-se na ideia de que o conhecimento é mais bem apreendido e mantido quando é oferecido em um ambiente do mundo real.

O problema é apresentado primeiro no PBL e, em seguida, serve como motivação para o estudo do tema. Os alunos aprendem como determinar o que precisam saber para resolver o problema, portanto, a abordagem é fundamentalmente centrada no aluno.

O professor atua como um facilitador ou guia, auxiliando os alunos a identificar o que sabem e o que não sabem, determinando seu estilo e velocidade de aprendizagem preferidos e avaliando criticamente as fontes de conhecimento. O aluno ganha conhecimento no assunto e desenvolve habilidades críticas de resolução de problemas através do processo PBL (HARRYS; BROPHY, 2005).

## Metodologia

Para desenvolver habilidades cruciais de resolução de problemas, os pesquisadores usaram um derivado de PBL baseado em tecnologia educacional apoiada em desafios, chamado *Star Legacy Cycle*. A metodologia mostra-se na Figura 1.



Fonte: Adaptado de Harrys e Brophy (2005).

O desafio é o primeiro passo no *Star Legacy Cycle*. Na fase de diferentes perspectivas, os alunos produzem sugestões sobre como resolver o desafio com base em seus conhecimentos prévios e, em seguida, consideram os pontos de vista de especialistas sobre o tema.

A fase de estudo e revisão é impulsionada pelas experiências iniciais dos alunos, que são então colocados à prova em uma avaliação, como um questionário ou uma série de problemas. Os estudantes podem retornar à fase de pesquisa e revisão se descobrirem que

precisam melhorar seus conhecimentos. Por fim, submetem suas soluções ao desafio diante da turma (HARRYS; BROPHY, 2005).

No entanto, a pedra angular do STAR ou de outras abordagens baseadas em PBL é que, antes do início do curso, o corpo docente deve investigar, avaliar e corrigir problemas minuciosamente.

## **Resultados e discussão**

### ***Etapa 1: Considerar os objetivos e o contexto do curso***

Mesmo antes de as questões serem escritas, alguns dos trabalhos mais críticos no desenvolvimento de problemas PBL acontecem. Antes de criar os materiais do curso, é necessário avaliar os objetivos e o contexto do curso. O corpo docente deve levar em consideração o nível do curso e a maturidade do aluno, porque um problema para um curso de nível inicial deve ser menos complicado, envolver menos conhecimento prévio e fornecer aconselhamento na localização de material confiável, do que um problema destinado a um curso de nível sênior. O corpo docente também deve analisar o conhecimento e a experiência prática que os alunos já possuem, tanto em termos de aulas teóricas quanto de requisitos laboratoriais (ANDERSON *et al.*, 2001; ROSARIO; HOPPER; HUANG-SAAD, 2022).

### ***Etapa 2: Identificar os objetivos de aprendizagem***

Os objetivos de aprendizagem ligados a um desafio PBL são definidos na segunda fase do processo. Os objetivos de aprendizagem explicam o que os alunos devem saber ou ser capazes de fazer na conclusão do módulo de questões.

Tanto os objetivos de aprendizagem orientados para o conteúdo quanto para o processo são possíveis. Um objetivo de aprendizagem orientado ao conteúdo descreve o conhecimento básico e a compreensão de certas ideias ou processos no campo e é específico para o assunto do curso (LANTADA; DE MARIA, 2019; VAN DEN BEEMT *et al.*, 2020).

### ***Etapa 3: Identificar o contexto do mundo real***

A próxima etapa é colocar o problema em um cenário do mundo real para torná-lo mais relevante para os alunos. O contexto do problema deve ser claro e conciso, mas a solução do

problema deve ser ambígua, sem resposta correta. Em vez disso, os alunos devem considerar o que fariam se estivessem no lugar deles. Adaptar uma edição atual de um livro didático para corresponder a uma circunstância do mundo real talvez seja a abordagem mais simples para gerar um desafio genuíno (ARENA *et al.*, 2021).

#### ***Etapa 4: Esboçar o problema***

Um desafio pode começar pedindo aos alunos que lembrem, compreendam e apliquem o conhecimento, de modo que o problema deve, em última análise, forçar os alunos a desenvolver algo novo ou chegar a um acordo sobre um cenário difícil e aberto. Para escrever o problema, o professor também deve desempenhar o papel de um contador de histórias, e os alunos devem ser capazes de se relacionar e se importar com os indivíduos envolvidos na questão, e o problema deve começar com um gancho para atraí-los (BALLESTEROS SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

#### ***Etapa 5: Avaliar o problema***

O professor deve examinar o problema, ou ter um professor assistente ou colega para fazê-lo. Antes do curso, os problemas podem ser examinados e reformulados; no entanto, a avaliação mais significativa pode ocorrer após a implementação do problema.

Quando um módulo de problema não funciona corretamente na primeira vez, alguns educadores podem ficar desanimados. Os problemas mais eficazes, por outro lado, são reescritos várias vezes antes e depois do início do curso, e mesmo os problemas bem-sucedidos enfrentam obstáculos a cada novo grupo de alunos. A promoção de iniciativas PBL bem-sucedidas e duradouras tem sido objeto de várias propostas (LAM; GILL; GHAEMI, 2020).

As vantagens para as instituições de ensino superior incluem: melhorias nos resultados de aprendizagem dos alunos, dados os ambientes de aprendizagem mais abrangentes que apresentam as complexas implicações da prática de engenharia; o envolvimento da comunidade docente, que entra em um ambiente de sonhos compartilhados e aumenta a comunicação dos docentes; e a promoção da tecnologia (MONTESINOS *et al.*, 2022).

Ao tornar essas experiências mais formativas, facilmente repetíveis, sustentáveis e acessíveis, a utilização de recursos de código aberto, métodos criativos colaborativos ou

técnicas de design colaborativo podem trazer mais vantagens a essa metodologia de ensino-aprendizagem (CAMPOS-ROCA, 2021).

### Considerações finais

O PBL mostrou ser uma ferramenta de sucesso para motivar o aprendizado dos alunos, aumentar a retenção de informações e promover a resolução de problemas, comunicação e habilidades colaborativas. No entanto, obstáculos genuínos na implementação bem-sucedida continuam a restringir a adoção do PBL.

A utilização da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em Engenharia Biomédica tem apresentado bons resultados. As vantagens do PBL no ensino de engenharia beneficiam professores e alunos.

### Referências

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R.; AIRASIAN, P. W.; CRUIKSHANK, K. A., MAYER, R. E., PINTRICH, P. R., RATHS, J., AND WITTROCK, M. C. **A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.** New York: Pearson, Allyn & Bacon, 2001.

ARENA, S. L.; LEE, Y. W.; VERBRIDGE, S. S.; MUELENAER JR, A.; VANDEVORD, P. J.; ARENA, C. B. Web conferencing facilitation within problem-based learning biomedical engineering courses. **Biomedical Engineering Education**, Switzerland, 2021, v. 1, p. 127–131, 2021. DOI 10.1007/s43683-020-00020-1

BALLESTEROS SÁNCHEZ, L. I.; RODRÍGUES RIVERO, R.; DÍAS LANTADA, A. *et al.* Improving students' project management skills in biomedical engineering projects. *In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE*, 15., 2019, Aarhus (Denmark). **Proceedings** [...]. Aarhus (Denmark): Aarhus University, 2019. ISBN 978-87-7507-459-4. pp. 500-511. Disponível em: [https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai\\_dc&identifier=oai:oa.upm.es:64770](https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:64770). Acesso em: 20 jan. 2023.

CAMPOS-ROCA, Y. Multidisciplinary Project-Based learning: improving student motivation for learning signal processing. **IEEE Signal Processing Magazine**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 62-72, 2021. 38. DOI 10.1109/MSP.2021.3053538

CLYNE, A. M.; BILLIAR, K. L. Problem-Based Learning in Biomechanics: advantages, challenges, and implementation strategies. **J. Biomech Eng.**, USA, v. 138, n. 7, p. 070804, 2016. DOI 10.1115/1.4033671

HARRYS, T. R.; BROPHY, S. P. Challenge-based instruction in biomedical engineering: a scalable method to increase the efficiency and effectiveness of teaching and learning in biomedical engineering. **Med. Eng. Phys.**, York, UK, v. 27, n. 7, p. 617-624, 2005.

LAM, G.; GILL, N.; GHAEMI, R. Semi-structured design and problem-based experiential learning in a first-year biomedical engineering laboratory course. *In: CANADIAN ENGINEERING EDUCATION ASSOCIATION (CEEA), 2020. Proceedings [...].* Canada: CEEA-ACEG20, 2020. DOI 10.24908/pceea.vi0.14132

LANTADA, A. D.; DE MARIA, C. Towards open-source and collaborative project-based learning in engineering education: situation, resources and challenges. **International Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 1279-1289, 2019. Disponível em: [https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai\\_dc&identifier=oai:oa.upm.es:63929](https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:63929). Acesso em: 20 jan. 2023.

LANTADA, A. D. Project based learning and biomedical devices: The UBORA Approach towards an international community of developers focused on open source medical devices. *In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 12., 2019, Prague - Czech Republic. Proceedings [...].* Prague: BIOSTEC, 2019. p. 7-13. DOI 10.5220/0008345600070013

MONTESINOS, L.; SANTOS-DIAZ, A.; SALINAS-NAVARRO, D. E.; CENDEJAS-ZARAGOZA, L. Experiential learning in biomedical engineering education using wearable devices: a case study in a biomedical signals and systems analysis course. **Educ. Sci.**, Switzerland, v. 12, n. 9, p. 598, 2022. DOI 10.3390/educsci12090598

ROSARIO, R.; HOPPER, S. E.; HUANG-SAAD, A. Applying Research-Based teaching strategies in a biomedical engineering programming course: introduction to computer aided diagnosis. **Biomedical Engineering Education**, Landover, MD, v. 2, p. 41-59, 2022. DOI 10.1007/s43683-021-00057-w

SETIAWAN, A. W. Implementation of project-based learning in biomedical engineering course in ITB: opportunities and challenges. *In: WORLD CONGRESS ON MEDICAL PHYSICS AND BIOMEDICAL ENGINEERING, 2018, Prague, Czech Republic. Proceedings [...].* Prague, Czech Republic: WCOMPBE, 2018. (IFMBE, v. 68/1). DOI 10.1007/978-981-10-9035-6\_156

VAN DEN BEEMT, A.; VAN DER VEEN, M. M.; VAN DE VEN, A.; VAN BAALEN, S.; KLAASEN, R.; BOON, M. Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. **Journal of Engineering Education**, [s. l.], v. 109, n. 3, 2020. DOI 10.1002/jee.20347