REBENA
Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem
ISSN 2764-1368
Volume 15, 2026, p. 864 - 871
https://rebena.emnuvens.com.br/revista/index

Aprendizagem baseada em projetos como estrutura de formação científica no ensino de microbiologia e biotecnologia

Project-based learning approaches for scientific training in microbiology and biotechnology

Dieisson Kassiel Tavares[1] Lara Alice Damacena Silveira Neves[2] Maria Eduarda Martins[3] Brenda Mahmmoud Brustolin[4] Eddy Vasconcelos da Costa[5] Alyssa Goergen Antoniolli[6] Diogo Pereira de Andrade[7] Jane Mary Lafayette Neves Gelinski[8]*

Submetido: 21/01/2026 Aprovado: 24/03/2026 Publicação: 24/ 05/2026

RESUMO

A Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning-PBL) tem se consolidado como uma metodologia ativa relevante no ensino de microbiologia, por integrar conhecimentos teóricos e práticas laboratoriais em contextos autênticos de investigação científica com base na resolução de um problema. Este estudo descreve e analisa três projetos experimentais elaborados por estudantes de graduação em uma disciplina de microbiologia, com foco na avaliação de atividade antimicrobiana. Os projetos contemplaram: (i) a análise da eficácia antimicrobiana de sabonetes comerciais frente a *Escherichia coli*; (ii) a investigação da atividade antagonista de *Lactobacillus* sp. contra *E. coli* e *Pseudomonas* sp. em sistemas de cocultivo; e (iii) a avaliação do potencial antimicrobiano de extratos de *Plectranthus barbatus* obtidos por diferentes protocolos de extração. Técnicas microbiológicas padrão foram empregadas, incluindo diluições decimais seriadas, contagem de unidades formadoras de colônia (UFC) e ensaios de difusão em disco conduzidos de acordo com diretrizes do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). Os resultados indicaram redução parcial da carga microbiana por sabonetes, sem superioridade consistente das formulações antibacterianas; inibição expressiva de *E. coli* por *Lactobacillus* sp. (redução aproximada de dois ciclos logarítmicos), mas efeito limitado frente a *Pseudomonas* sp.; e ausência de atividade antimicrobiana reproduzível nos extratos vegetais após controle de interferências do solvente. Resultados positivos, parciais e negativos contribuíram de forma significativa para a aprendizagem dos estudantes, ao promover reflexão crítica sobre desenho experimental, controles e interpretação de dados. Com o desenvolvimento dos projetos, os estudantes assumiram papel protagonista na mobilização de conhecimentos e no desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. Conclui-se que a PBL favorece a literacia científica, a autonomia experimental e o desenvolvimento de competências essenciais à formação científica em microbiologia.
Palavras-chave: PBL; Metodologias ativas; Microbiologia; Atividades práticas.

ABSTRACT

Project-Based Learning (PBL) has emerged as a prominent active learning approach in microbiology education, integrating theoretical knowledge and laboratory practices within authentic contexts of scientific inquiry driven by problem-solving. This study reports and analyzes three experimental projects developed by undergraduate students in a microbiology course, focusing on antimicrobial activity assessment. The projects addressed: (i) the antimicrobial efficacy of commercial soaps against *Escherichia coli*; (ii) the antagonistic activity of *Lactobacillus* sp. against *E. coli* and *Pseudomonas* sp. in coculture systems; and (iii) the antimicrobial potential of *Plectranthus barbatus* extracts obtained using different extraction protocols. Standard microbiological techniques were employed, including serial dilutions, colony-forming unit (CFU) counts, and disk diffusion assays performed according to *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) guidelines. The results indicated partial microbial reduction by soaps, without consistent superiority of antibacterial formulations; marked inhibition of *E. coli* by *Lactobacillus* sp. (approximately a two-log reduction), but limited activity against *Pseudomonas* sp.; and the absence of reproducible antimicrobial activity in plant extracts after controlling for solvent interference. Positive, partial, and negative outcomes contributed meaningfully to student learning by fostering critical evaluation of experimental design, controls, and data interpretation. Through project-based activities, students assumed a central role in knowledge mobilization and in the development of cognitive and socioemotional competencies. These findings demonstrate that PBL supports scientific literacy, experimental autonomy, and essential competencies in undergraduate microbiology education.
Keywords: PBL; Active methodologies; Microbiology education; Practical activities.

[1] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil. dieisson-tavares@uergs.edu.br .
[2] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil. lara-neves@uergs.edu.br.
[3] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia - UERGS, Brasil. maria-martins03@uergs.edu.br.
[4] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil. brenda-brustolin@uergs.edu.br
[5] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil. eddy-costa@uergs.edu.br. .
[6] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil. alyssa-antoniolli@uergs.edu.rs. .
[7] Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UERGS, Brasil.diogo-pereira@uergs.edu.br. .
[8] Doutora, Professora colaboradora, UERGS, Brasil, jane-gelinski@uergs.edu.br. .

1. Introdução

Estratégias de aprendizagem ativa têm sido amplamente reconhecidas como fundamentais para o ensino eficaz das ciências no ensino superior, especialmente em áreas fortemente baseadas em raciocínio experimental, como a microbiologia. Metodologias centradas no estudante favorecem maior engajamento, compreensão conceitual e desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores quando comparadas a abordagens exclusivamente expositivas. Nesse contexto, a Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning – PBL) destaca-se como um modelo pedagógico no qual a construção do conhecimento ocorre por meio do envolvimento dos estudantes em problemas complexos, contextualizados e orientados à resolução de Problema.

Laboratórios de microbiologia constituem ambientes particularmente propícios à aplicação da PBL, uma vez que articulam fundamentos teóricos, execução de técnicas experimentais, análise quantitativa de dados e considerações de biossegurança. Temas como atividade antimicrobiana, competição microbiana, práticas de higiene e produtos naturais apresentam relevância científica e social, favorecendo investigações conduzidas pelos próprios estudantes.

O presente trabalho descreve e analisa três problemas experimentais desenvolvidos por estudantes de graduação no âmbito de uma disciplina de microbiologia geral, estruturada sob a metodologia de PBL. Os problemas abordados foram: a) a eficácia antimicrobiana de sabonetes comerciais; b) interações antagonistas entre microrganismos com potencial probiótico e patógenos, e c) a avaliação de extratos vegetais como agentes antimicrobianos.

2. Material e Métodos

2.1. Contexto educacional e o problema de pesquisa

As atividades foram realizadas no contexto de disciplina de microbiologia do Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), no sul do Brasil. Os estudantes foram organizados em pequenos grupos e participaram de atividades estruturadas segundo a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projeto-PBL ao longo do semestre. Inicialmente, os estudantes foram induzidos a pensar um "Problema de pesquisa", isso após cerca de 20h/aulas de atividades de fundamentação teórica e práticas laboratoriais de treinamento na manipulação e identificação de microrganismos, incluindo segurança laboratorial (BENSON; BROWN, 2002; INDORF et al., 2019; DOLAGHAN, 2022). Antes da execução formal dos experimentos foi realizada uma etapa

piloto destinada à discussão da viabilidade das questões de pesquisa, temas e testes preliminares de abordagens metodológicas, com base em manuais laboratoriais e livros-texto clássicos de microbiologia (CAPPUCCINO; WELSH, 2017), apoiados por fundamentos conceituais de microbiologia geral (MADIGAN et al., 2018; VERMELHO et al., 2019).

Após essa etapa, os estudantes receberam autonomia para definir, adaptar e refinar seus protocolos experimentais. A docente responsável atuou como facilitadora do processo, assegurando o cumprimento das normas de biossegurança e boas práticas laboratoriais, sem interferência direta nas decisões experimentais. Dificuldades metodológicas, resultados inesperados e limitações experimentais foram discutidos coletivamente com apoio da literatura científica, reforçando os princípios da PBL e da investigação científica autêntica.

2.2. Avaliação da aprendizagem

A avaliação ocorreu de forma processual e em múltiplas etapas. Após a primeira rodada experimental, os grupos realizaram apresentações orais informais seguidas de discussões técnicas em formato de *brainstorming*, com foco em controles experimentais, desenho metodológico e interpretação de dados. Ao final das atividades laboratoriais, cada grupo elaborou um manuscrito científico estruturado como artigo de pesquisa e realizou uma apresentação oral formal, simulando uma banca acadêmica, com ênfase no desenvolvimento de competências de comunicação científica e reflexão crítica. Ao invés de enfatizar apenas resultados positivos, a ação didático-metodológica buscou valorizar resultados parciais positivos e/ou negativos como componentes fundamentais do processo formativo, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão do método científico.

PROJETO 1: Atividade antimicrobiana de sabonetes comerciais

Quatro formulações comerciais de sabonetes (comum e antibacteriano, líquidos e em barra) foram avaliadas frente a *Escherichia coli*. As soluções foram preparadas pela diluição de 1 g ou 1 mL do produto em solução salina estéril (0,85%). Culturas bacterianas padronizadas em 0,5 McFarland foram expostas às soluções por 10 minutos, seguindo-se diluições decimais seriadas e plaqueamento em ágar Mueller–Hinton. As colônias foram contadas após incubação a 37 °C por 18–24 h.

PROJETO 2: Atividade antagonista de *Lactobacillus* sp.

Ensaios de cocultivo foram conduzidos para avaliar o efeito inibitório de *Lactobacillus* sp. sobre *Escherichia coli* e *Pseudomonas* sp. Culturas puras e cocultivos foram incubados em meio líquido, seguidos de diluições seriadas e plaqueamento em ágar *Plate Count Agar* (PCA). As unidades formadoras de colônia (UFC) foram quantificadas e comparadas aos controles.

PROJETO 3: Atividade antimicrobiana de extratos de *Plectranthus barbatus*

Extratos vegetais foram preparados por métodos de extração aquosa e etanólica. Ensaios de difusão em disco foram conduzidos conforme recomendações do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2022) frente a *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Discos contendo apenas solvente e antibióticos padrão foram utilizados como controles. Os protocolos foram ajustados ao longo do PROBLEMA para eliminar interferências do solvente e possíveis degradações térmicas de compostos bioativos.

Todos os experimentos foram realizados em duplicatas com pelo menos uma repetição para avaliação da reprodutibilidade.

3. Resultados e Discussão

Os três projetos/problemas apresentaram desfechos experimentais distintos. Nos ensaios com sabonetes (Projeto 1), todas as formulações promoveram redução das contagens de *E. coli* em relação ao controle positivo, com reduções entre 60% e 70%. Entretanto, não foi observada superioridade consistente dos sabonetes antibacterianos em comparação aos sabonetes comuns entre as repetições experimentais. Nos ensaios de cocultivo (Projeto 2), *Lactobacillus* sp. promoveu redução expressiva da população de *E. coli*, correspondente a aproximadamente dois ciclos logarítmicos. Em contraste, o efeito inibitório sobre *Pseudomonas* sp. foi limitado, permanecendo abaixo de um ciclo logarítmico. No Projeto 3, com extratos vegetais, zonas de inibição observadas inicialmente não foram reproduzidas após o refinamento metodológico. Uma vez implementados grupo controle adequado para o solvente, não foi detectada atividade antimicrobiana mensurável.

A formação científica no ensino superior requer abordagens pedagógicas que integrem teoria e prática de forma contextualizada e crítica. Ambientes de Aprendizagem Baseada em Projetos-PBL permitem que estudantes planejem, executem e avaliem experimentos de maneira autônoma, promovendo engajamento, alfabetização científica e compreensão realista do processo científico (INDORF et al., 2019; SARVARY et al., 2022; WIGGINS, 2021).

O desenvolvimento do Projeto 1, envolvendo sabonetes comerciais, contribuiu para a compreensão da variabilidade experimental, da reprodutibilidade e da importância de controles adequados. A ausência de diferenças consistentes entre formulações antibacterianas e comuns fomentou discussões sobre limitações metodológicas e interpretação cautelosa dos dados. No Projeto 2 de interação probiótico–patógeno, a inibição diferenciada entre *E. coli* e *Pseudomonas* sp. favoreceu reflexões sobre características fisiológicas, interações ecológicas e limites das inferências mecanísticas, destacando a distinção entre resultados observados e mecanismos

inferidos. O Projeto 3 com extratos vegetais evidenciou o papel científico de resultados negativos. A identificação de interferências do solvente e artefatos metodológicos reforçou a necessidade de controles rigorosos e ajustes experimentais, fortalecendo a compreensão crítica do método científico. As principais aprendizagens associadas a cada problema estão sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Fundamentação bibliográfica, principais aprendizagens e medidas tomadas frente aos resultados nos Projetos desenvolvidos

Projeto	Tema	Questões de pesquisa	Principais referências de apoio	Aprendizagens evidenciadas	Medidas tomadas frente aos resultados
1	Sabonetes comerciais	sabonetes comerciais antibacterianos apresentaram maior eficácia na redução de *Escherichia coli* quando comparados a sabonetes comuns submetidos a condições laboratoriais controladas?	ANVISA (2013); CAPPUCCINO; FDA (2016). WELSH (2017); CLSI (2022); CDC(2020).	Variabilidade experimental; importância do tempo de contato; ausência de superioridade consistente entre sabonetes antibacterianos e comuns	Repetição dos ensaios em semanas distintas; padronização rigorosa da carga microbiana; discussão crítica sobre limites metodológicos e interpretação cautelosa dos dados
2	*Lactobacillus* spp.	O cocultivo com *Lactobacillus* sp. será capaz de inibir o crescimento de *Escherichia coli* e *Pseudomonas* sp. em sistemas líquidos de cultivo?	AMOROSO et al. (2021); COSTA et al. (2019); GÓMEZ et al. (2016); OLIVEIRA et al. (2015)	Compreensão do antagonismo microbiano; interpretação de reduções logarítmicas; reconhecimento dos limites das inferências mecanísticas	Comparação entre culturas puras e cocultivos; ampliação da discussão teórica sobre mecanismos potenciais (ácidos orgânicos, competição); delimitação explícita do alcance das conclusões
3	*Plectranthus barbatus*	Extratos aquosos e etanólicos de *Plectranthus barbatus* terão atividade antimicrobiana mensurável frente a bactérias indicadoras, quando avaliados por ensaio de difusão em disco?	BRASIL (2015); AKINMOLADUN et al. (2019); SILVA et al. (2018); RENISUS (2015); GIACOMINI et al. (2005); COOPER; BROWNELL (2020).	Valorização de resultados negativos; importância de controles adequados; influência do método de extração e do solvente	Revisão dos protocolos de extração; inclusão de controles de solvente; descarte de resultados não reprodutíveis; reflexão crítica sobre artefatos experimentais

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os três projetos e seus respectivos problemas reforçam a premissa de que a PBL promove uma aprendizagem mais significativa, favorecendo a compreensão do método

científico como um processo dinâmico, interativo e sujeito a limitações experimentais. A explicitação das questões de pesquisa, a análise crítica dos resultados obtidos e a adoção de medidas corretivas frente a desfechos positivos ou negativos parciais permitiram aos estudantes vivenciar etapas centrais da prática científica, como a tomada de decisão baseada em evidências, a avaliação de controles e a delimitação do alcance das conclusões (RIBEIRO, 2008; BENDER, 2014). A sistematização apresentada no Quadro 1 demonstra que o valor formativo dos projetos não esteve condicionado ao sucesso experimental, mas ao encadeamento entre problema, método, resultado e reflexão crítica, reforçando a PBL como uma abordagem pedagógica eficaz para o desenvolvimento da literacia científica, da autonomia intelectual e do rigor metodológico no ensino de microbiologia e biotecnologia.

A aprendizagem significativa ultrapassa a mera mobilização de saberes prévios, exigindo que a aprendizagem seja efetiva — não restrita à retenção, mas capaz de transformar a realidade e promover a construção e a transferência de novos conhecimentos (TAVARES, 2008; MAITO; GAVA; MARTINS, 2025). Nesse contexto, a adoção de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos, desloca o foco do ensino da transmissão de conteúdo para a construção significativa do conhecimento. Nesses modelos, o estudante assume papel protagonista ao mobilizar conhecimentos prévios, formular hipóteses, resolver problemas contextualizados e desenvolver competências cognitivas e socioemocionais. Contudo, apesar dos avanços teórico-metodológicos, a implementação dessas abordagens no ensino superior ainda permanece incipiente, em função da predominância de práticas de ensino tradicionais.

4. Conclusões

A Aprendizagem Baseada em Projeto-PBL, com base na resolução de problemas, fundamenta-se em pressupostos teóricos que concebem o aprendizado como um processo ativo, contextualizado e centrado no estudante. É uma estratégia pedagógica eficaz para a formação científica em microbiologia no ensino superior. Ao envolver os estudantes em todas as etapas do ciclo experimental, a PBL promove autonomia, rigor metodológico e capacidade crítica na interpretação de resultados. A incorporação de resultados positivos, parciais e negativos como elementos formativos reforça a importância de abordagens pedagógicas que preparam os estudantes para lidar com a complexidade e a incerteza inerentes à prática científica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) pelo suporte institucional e infraestrutura laboratorial. Agradecem também ao monitor de ensino de graduação Carlos Alexandre Ziegue, bolsista do Programa de Monitoria da UERGS, pelo apoio às atividades práticas.

Referências

AKINMOLADUN, A. C. et al. Phytochemical constituents and antimicrobial activity of *Plectranthus barbatus*. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 13, n. 5, p. 89–97, 2019.

AMOROSO, M. G. et al. Antimicrobial activity of *Lactobacillus* strains isolated from fermented foods against pathogenic bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, v. 131, n. 1, p. 456–468, 2021.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. *Protocolo para a prática de higiene das mãos em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde; Fundação Oswaldo Cruz, 2013.

BENSON, H. J.; BROWN, A. E. **Benson's microbiological applications: laboratory manual in general microbiology**. 8. ed. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2002.

COSTA, G. M. et al**.** Antagonistic activity of lactic acid bacteria against foodborne pathogens. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 50, n. 2, p. 489–497, 2019.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos:** *educação diferenciada para o século XXI*. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS)*. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CAPPUCCINO, J. G.; WELSH, C. T. **Microbiology: a laboratory manual**. 11. ed. New York: Pearson, 2017.

CDC. **Hand hygiene in healthcare settings**. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2020.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**. 32. ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: CLSI, 2022.

COOPER, K. M.; BROWNELL, S. E. Student anxiety and fear of negative evaluation in active-learning science classrooms. **CBE – Life Sciences Education**, v. 19, n. 2, p. ar20, 2020.

DOLAGHAN, H. et al. Inquiry-based laboratory learning in microbiology education. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 23, n. 1, e00245-21, 2022.

FADHILAH, N.; HUSIN, H.; RADDHIN, A. Project-based learning and its impact on students' critical thinking skills. **Education Sciences**, v. 13, n. 4, p. 421, 2023.

FDA. **Safety and effectiveness of consumer antiseptics**. Federal Register, v. 81, n. 172, p. 61106–61130, 2016.

MAITO, Gabriele; GAVA, Gustavo Luiz; MARTINS, Elisangela Karine. Aprendizagem significativa:: interfaces com neurociência. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 12, p. 59-75, 2025.

GÓMEZ, N. C. et al. Antimicrobial activity of *Lactobacillus* strains isolated from dairy products. **Food Control**, v. 68, p. 144–151, 2016.

GIACOMINI, R. A. et al. Antimicrobial activity of plant extracts used in folk medicine. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, n. 4, p. 343–348, 2005.

INDORF, J. L. et al. Adding authenticity to inquiry in a first-year research-based biology laboratory course. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 20, n. 1, p. 20.1.29, 2019.

MADIGAN, M. T. et al. **Brock biology of microorganisms**. 15. ed. New York: Pearson, 2018.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior.** São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SARVARY, M. A. et al. A course-based undergraduate research experience in microbiology. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 23, n. 1, e00241-21, 2022.

SILVA, N. L. et al. Antimicrobial activity of medicinal plant extracts against foodborne pathogens. **Revista Brasileira de Farmacognosia,** v. 28, n. 4, p. 467–474, 2018.

SHORTLIDGE, E. E. et al. Active learning and student engagement in undergraduate biology. **CBE – Life Sciences Education**, v. 20, n. 1, p. fe4, 2021.

OLIVEIRA, R. P. S. et al. Inhibition of pathogenic bacteria by *Lactobacillus* spp. isolated from fermented foods. *Journal of Food Safety*, v. 35, n. 3, p. 361–368, 2015.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro , v. 13, n. 1, p. 94-100, mar. 2008. so.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VERMELHO, A. B. et al. **Práticas de microbiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

WIGGINS, B. L. Repetition and iteration as key elements of student learning. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 22, n. 1, e00062-21, 2021.

WHO. **World Health Organization**. *Clean care is safer care: hand hygiene guidelines*. Geneva: WHO, 2022.

ZHANG, Y.; CHEN, L.; LI, X. Effects of project-based learning on academic achievement. **Educational Psychology**, v. 43, n. 1, p. 1–18, 2023.

ZHANG, Y. Project-based learning and collaborative competence in higher education. **International Journal of Educational Research**, v. 119, p. 102175, 2024.