

OPERAÇÃO BIOTECH: UMA PROPOSTA BASEADA NA ABORDAGEM CTSA PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Deivson Antonio da Silva ¹

Laura de Souza Camelo ²

Fausto José de Araújo Muniz ³

Ana Lucia Gomes Cavalcanti Neto ⁴

RESUMO

O artigo propõe a proposta didática “Operação Biotech: Desvendando a ciência contemporânea” como uma proposta de ensino que combina ludicidade, trabalho colaborativo e uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). A proposta, desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Biologia, é direcionada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da escola EREM Confederação do Equador, localizada no município de Paudalho, na Mata Norte de Pernambuco. A referida proposta busca enfrentar os desafios impostos pelo ensino de conteúdos complexos da biotecnologia, como engenharia genética, impactos ambientais e bioética. Estruturada como uma trilha interativa em grupo, a atividade envolve a resolução de questões conceituais e dilemas éticos mediados por recursos digitais, como roleta virtual e cards temáticos criados com a ferramenta Wordwall. Embora ainda não tenha sido implementada, a proposta antecipa um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, pautado pelo engajamento, colaboração e protagonismo discente. Conclui-se que a atividade se apresenta como uma metodologia de ensino promissora, ao diversificar as formas de abordagem dos conteúdos e responder de maneira criativa aos desafios do ensino de Ciências na contemporaneidade.

Palavras-chave: Biotecnologia, ensino de ciências, ludicidade, tecnologias digitais.

INTRODUÇÃO

A biotecnologia, campo que interliga ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, tem-se tornado cada vez mais presente na vida cotidiana, suscitando debates éticos, ambientais e econômicos. Entretanto, seu ensino na educação básica permanece, em muitos contextos,

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco - UPE, deivson.silva@upe.br;

² Graduado pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco - UPE, laura.camelo@upe.br;

³Doutorando em Ensino. Professor da Escola Referência em Ensino Médio Confederação do Equador. fausto.muniz@ufrpe.br;

⁴ Doutora em Ensino de Ciências. Professora da Universidade de Pernambuco Campus Mata Norte. analucia.neto@upe.br.

restrito — frequentemente centrado em definições técnicas e desconectado das aplicações práticas e dos dilemas contemporâneos que envolvem essas temáticas. Essa abordagem limitada dificulta a formação de estudantes críticos, capazes de compreender os impactos sociais da biotecnologia e de tomar decisões fundamentadas.

Gil-Pérez *et al.* (2005) defendem a necessidade de romper com modelos de ensino fragmentados, adotando práticas pedagógicas que promovam a compreensão dos conhecimentos científicos em sua dimensão cultural, histórica e social. No caso da biotecnologia, cuja complexidade exige articulação entre saberes conceituais, competências práticas e reflexão ética, o papel da escola deve ir além da memorização de conceitos, configurando-se como um espaço de formação cidadã e de construção de pensamento crítico.

As limitações estruturais de muitas escolas públicas — por exemplo, a ausência de laboratórios apropriados e a falta de insumos — dificultam a realização de experimentos que demandam segurança e precisão, exigindo, assim, uma reinvenção das práticas docentes. Como alternativa viável, Malajovich (2017) aponta para o uso de simulações, jogos e debates, estratégias capazes de integrar ciência e tecnologia sem perder de vista a realidade do estudante.

Pinheiro *et al.* (2017), em estudo que investigou o conhecimento docente e as abordagens utilizadas no ensino da biotecnologia, enfatizam que a prática docente é fator decisivo para a efetiva incorporação dos conteúdos biotecnológicos no currículo. Os autores mostram que as escolhas metodológicas dos professores, bem como sua formação e familiaridade com conceitos e procedimentos, condicionam fortemente tanto a profundidade dos conteúdos trabalhados quanto às possibilidades de contextualização e problematização em sala de aula. Assim, investir na formação continuada de professores e em materiais didáticos que apoiem práticas contextualizadas é condição necessária para tornar o ensino da biotecnologia relevante e transformador.

Diante desse cenário, abordagens pedagógicas contextualizadas e recursos digitais surgem como alternativas promissoras: promovem o protagonismo discente, favorecem a aprendizagem significativa e possibilitam a articulação entre teoria, prática e tomada de posição ética. A proposta “Operação Biotech: Desvendando a Ciência Contemporânea” pretende responder a essa demanda ao propor uma trilha gamificada estruturada em dilemas éticos e desafios conceituais mediados por tecnologias digitais, alinhada à perspectiva



Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), com vistas a ressignificar o ensino da biotecnologia no Ensino Médio. Estudos apontam para a efetividade das metodologias ativas no ensino da biotecnologia, sobretudo quando combinadas com sequências didáticas contextualizadas e suporte formativo ao professor. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de estratégia didática para a abordagem da biotecnologia no ensino médio.

A PROPOSTA DO BIOTECH

A proposta estrutura-se como uma trilha interativa em grupos, na qual os estudantes enfrentam desafios conceituais e dilemas éticos mediados por TDICs (Wordwall, Kahoot etc.), alinhando-se à perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) para integrar dimensões conceituais, práticas e socioambientais. Para o desenvolvimento da atividade, o professor iniciará explicando as regras e apresentando os recursos digitais que serão utilizados durante o jogo. A saber, uma roleta numérica (**ver anexo 1**) e cards de perguntas criados (**ver anexo 2**) na plataforma Wordwall, projetados em um telão ou exibidos em uma televisão.

Após essa introdução, a turma será dividida em quatro grupos, podendo haver variação conforme o número de alunos, e cada grupo deverá eleger um representante responsável por se mover fisicamente pela trilha enquanto os demais integrantes colaboram nas respostas. A trilha será montada no chão da sala ou em um espaço aberto, composta por casas numeradas e coloridas com uma numeração na parte inferior referente a questões conceituais, aplicações, benefícios e impactos éticos da biotecnologia. Essa dinâmica pode ser visualizada na **Figura 1**, que ilustra o jogo “Operação Biotech” em andamento, com os grupos interagindo em torno da trilha.

Durante a dinâmica, cada grupo, em sua vez, girará a roleta digital para determinar o número de casas que seu representante deverá avançar na trilha. Ao parar em uma casa, o grupo responderá a uma pergunta temática correspondente àquela posição. As perguntas aparecerão na tela, e os participantes terão um tempo limitado para discutir e escolher a resposta correta.



Caso acertem, o grupo ganha pontos e avança o número de casas indicado pela roleta; em caso de erro, permanece na **mesma posição**. Algumas casas especiais poderão conter instruções extras, como “avance duas casas” ou “volte uma casa”, introduzindo elementos de sorte e estratégia à atividade. O grupo que alcançar primeiro a última casa será declarado vencedor e receberá o título de “Equipe Biotech”, simbolizando o domínio sobre os conceitos e implicações da biotecnologia.

Figura 1: Imagem ilustrativa do jogo “Operação Biotech” em andamento.



Fonte: imagem gerada por inteligência artificial (ChatGPT/DALL·E) sob descrição e orientação dos autores, 2025.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Convenção Sobre Diversidade Biológica, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992, conceitua biotecnologia como “toda aplicação tecnológica que emprega sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados para produzir ou modificar produtos e processos com finalidades específicas” (Brasil, 2000, p. 2). Essa definição, embora concisa, evidencia a alta complexidade da área, cuja natureza multidisciplinar extrapola o campo das ciências naturais e engloba áreas como engenharia, direito e filosofia, gerando soluções inovadoras em setores como saúde, agricultura e meio ambiente (Oliveira; Benevides, 2024).



Essa complexidade também é reforçada por Malajovich (2017, p. 2), ao descrever a biotecnologia como “uma rede complexa de conhecimentos em que ciência e tecnologia se entrelaçam e se complementam”, integrando dimensões da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, genética), ciência aplicada (técnicas imunológicas, bioquímicas, físicas e eletrônicas) e outras tecnologias, como bioprocessos, purificações, informática, robótica e controle de processos.

No entanto, o ensino da biotecnologia no Ensino Médio ainda enfrenta desafios significativos. O estudo “Avaliação do saber biotecnológico no ensino médio: concepções, práticas e aplicações”, realizado por Ferreira, S. S.; Aquino; e Ferreira, T. S. (2020), revisou pesquisas entre os anos de 2015 e 2020 sobre o tema no Brasil. Os resultados revelaram que muitos livros didáticos apresentam lacunas significativas nos conteúdos de biotecnologia, o que compromete tanto a profundidade quanto a contextualização necessária para uma aprendizagem significativa.

As referidas lacunas refletem-se na abordagem superficial ou fragmentada de conceitos essenciais, como engenharia genética, clonagem, organismos geneticamente modificados e implicações éticas dessas tecnologias. Em geral, os livros priorizam definições técnicas, mas não exploram aplicações práticas nem dilemas contemporâneos, o que dificulta o desenvolvimento de uma visão crítica sobre os impactos da biotecnologia na sociedade.

Apesar de a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio (Brasil, 2018) estabelecer diretrizes para integrar os saberes científicos, tecnológicos e socioambientais, com o objetivo de preparar o aluno para compreender a complexidade dos fenômenos naturais e suas inter-relações com a tecnologia, a implementação dessas orientações enfrenta grandes desafios práticos. Atribui-se a isso alguns possíveis fatores que evidenciam uma grande distância entre a normalização e a realidade escolar, como a limitada formação docente, a baixa qualidade dos recursos didáticos e a persistente fragmentação curricular observada na BNCC.

Nesse cenário, torna-se urgente a adoção de abordagens pedagógicas que superem a mera transmissão de conteúdos, privilegiando a contextualização, o diálogo interdisciplinar e o protagonismo do estudante. O ensino desse componente deve articular conceitos científicos, habilidades práticas e reflexão ética, de modo a desenvolver competências para uma atuação

crítica e responsável diante de um mundo tecnologicamente avançado e ambientalmente desafiador.

Conforme Malajovich (2017, p. 8), é imprescindível promover uma cultura científico-tecnológica no ambiente de ensino que permita compreender os alcances e limites da biotecnologia, assim como as condições locais que determinam quando, como e por que aplicá-la. Essa cultura não se restringe ao domínio de técnicas ou conceitos isolados, mas requer uma alfabetização ampla, estruturada a partir de três dimensões interdependentes: a científica, que promove o aprofundamento conceitual; a tecnológica, relacionada à prática; e a social-ambiental, que considera valores, impactos e responsabilidades (Maiztegui *et al.*, 2002; Gil Pérez *et al.*, 2005, *apud* Malajovich, 201, p. 8).

A integração dessas três dimensões sustenta a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, convencionalmente chamada de CTSA (Péres, 2005), essencial para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Para Malajovich, ao propor uma articulação entre saberes conceituais, competências práticas e consciência ética, a abordagem CTSA rompe com modelos de ensino fragmentados e disciplinares, aproximando a aprendizagem das demandas reais da sociedade e dos desafios tecnológicos contemporâneos.

No entanto, essa abordagem, apesar de seu potencial transformador, nem sempre é plenamente explorada nos materiais escolares. Solbes e Vilches (1997) já apontavam que, quando presente, a abordagem CTSA muitas vezes se limita a listar aplicações tecnológicas e a exaltar a ciência como motor absoluto de progresso. Devido a isso, deixa-se de contemplar dimensões como análise de riscos, avaliação de impactos, implicações éticas e a rede de fatores sociais e econômicos envolvidos. Tal simplificação, denunciada há mais de duas décadas, é confirmada no cenário atual por Ferreira, S. S.; Aquino; e Ferreira, T. S. (2020), que identificaram, nos livros didáticos, nos assuntos pertinentes à Biotecnologia, uma ênfase excessiva em definições técnicas e pouca exploração de aplicações práticas e dilemas contemporâneos.

A dimensão ética no ensino de Biotecnologia, quando orientada pela perspectiva CTSA, não se limita a uma posição acessória, mas se configura como elemento fundamental do processo formativo. Como destaca Bazzo (1998, p. 127), “a ciência e a tecnologia não estão apenas conformando nossas vidas para melhor, mas também, em muitas situações,

fazendo-as perigosas.” Dessa forma, essas práticas humanas estão impregnadas de interesses, valores e condicionantes históricos, e exigem que a análise das inovações biotecnológicas vá além da viabilidade técnica e considere consequências sociais, ambientais e culturais que afetam indivíduos, ecossistemas e as futuras gerações.

Embora Malajovich assuma a experimentação como elemento central para a aprendizagem significativa em Biotecnologia, sua aplicação na Educação Básica enfrenta desafios significativos, como limitações estruturais, custos elevados e restrições de segurança. Nesse contexto, práticas como simulações, jogos e debates, apontadas por Malajovich (2017, p. 11-12) como recursos complementares à experimentação, assumem um papel central diante da dificuldade de realizar atividades práticas com a complexidade exigida pela área.

É nesse contexto que surge a proposta “Operação Biotech: Desvendando a ciência contemporânea”, estruturada para articular ludicidade, colaboração e uso de tecnologias digitais na resolução de questões conceituais e dilemas éticos. Ao diversificar as formas de expressão do conhecimento e aproximar os conteúdos das realidades tecnológicas e sociais, essa iniciativa não apenas supera as limitações do ensino experimental, mas também consolida novas formas de avaliação mais dinâmicas e alinhadas à perspectiva CTSA, promovendo maior engajamento e protagonismo discente.

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que a proposta “Operação Biotech: Desvendando a ciência contemporânea” contribua para o desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais e atitudinais relacionadas à Biotecnologia, com base na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Prevê-se a ampliação da compreensão crítica dos estudantes sobre conceitos essenciais, aplicações práticas e implicações éticas da área, superando a abordagem fragmentada e tecnicista identificada em materiais didáticos.

A utilização de recursos lúdicos, colaborativos e digitais é projetada para favorecer o protagonismo discente, estimulando a resolução de problemas, a argumentação fundamentada e a capacidade de correlacionar conhecimentos científicos com situações reais. Estima-se, ainda, o fortalecimento da alfabetização científico-tecnológica a partir da integração das

dimensões científica, tecnológica e socioambiental, possibilitando a formação de cidadãos mais reflexivos, conscientes dos riscos e benefícios das inovações biotecnológicas.

Além disso, prevê-se que a proposta funcione como modelo replicável para o ensino de conteúdos complexos em contextos com restrições estruturais, demonstrando a viabilidade de metodologias ativas e interdisciplinares na Educação Básica. Espera-se, por fim, que sua aplicação potencial contribua para a aproximação entre o ensino escolar e as demandas sociais, tecnológicas e ambientais contemporâneas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A última parte do trabalho, também é considerada uma das mais importantes, tendo em vista que nesta seção, deverão ser dedicados alguns apontamentos sobre as principais conclusões da pesquisa e prospecção da sua aplicação empírica para a comunidade científica. Também se abre a oportunidade de discussão sobre a necessidade de novas pesquisas no campo de atuação, bem como diálogos com as análises referidas ao longo do resumo.

Para viabilizar a aplicação e a escalabilidade da proposta, recomenda-se investir em formação continuada docente e em materiais de apoio que possam ser adaptados às condições locais das escolas. A mediação efetiva pelo professor e o suporte institucional são elementos cruciais para que os recursos digitais possam produzir impactos duradouros na alfabetização científico-tecnológica dos estudantes.

Adicionalmente, é preciso enfatizar que a prática pedagógica qualificada é o fator decisivo para que quaisquer recursos — digitais, laboratoriais ou materiais didáticos — promovam aprendizagem significativa. A simples disponibilização de tecnologias ou insumos não garante resultados: é a mediação intencional do professor, por meio de sequências didáticas bem planejadas, avaliação formativa e momentos de reflexão crítica, que transforma esses recursos em oportunidades de construção de saberes conceituais, competências procedimentais e posicionamentos éticos. Assim, investir em formação continuada, em cooperação entre pares e em materiais adaptáveis à realidade local é condição necessária para que metodologias ativas e ferramentas tecnológicas alcancem seu potencial transformador no ensino da biotecnologia.

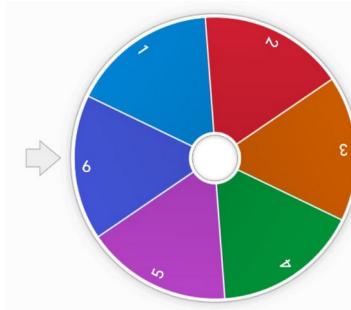


AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional e financeiro que tornou possível a realização desta pesquisa. O fomento recebido contribuiu decisivamente para o desenvolvimento das atividades de campo e análise, bem como para a formação acadêmica vinculada a este trabalho. Registrarmos também gratidão pela confiança e pelo incentivo da Escola Confederação do Equador.

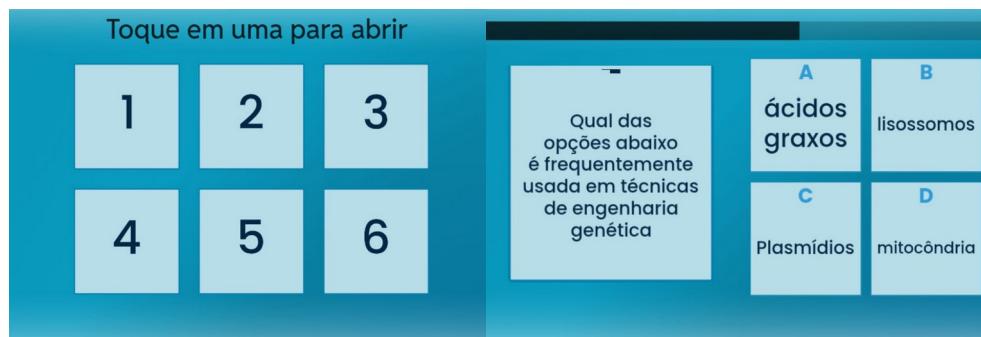
ANEXOS

Anexo 1: Roleta ilustrativa para sorteio das perguntas disponibilizada pelo wordwall.



Fonte: Wordwall, 2025.

Anexo 1: Disposição ilustrativa das perguntas disponibilizada pelo Wordwall.



Fonte: Wordwall, 2025.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB.** Brasília, DF: MMA, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J.; VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005. 264 p. ISBN 85-249-1114-X. Disponível em: <https://www.repositorio.usp.br>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- FERREIRA, S. S.; AQUINO, P. E. A.; FERREIRA, T. S. Avaliação do saber biotecnológico no ensino médio: concepções, práticas e aplicações. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 2, p. 27-34, 2020. Disponível em: <https://arqcientificosimmes.emnuvens.com.br/abi/article/view/399>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- MALAJOVICH, M. A. M. de. **O ensino de biotecnologia.** 1. ed. Rio de Janeiro: BTeduc, 2017. Disponível em: <https://bteduc.com>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, v. 81, n. 4, p. 377–386, jul. 1997. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9). DOI: 10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9. Acesso em: 19 out. 2025.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- GIL PEREZ, D. et al. **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?** Santiago: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, OREALC/UNESCO, 2005. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139003>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- PINHEIRO, J. P. S.; PANTOJA, L. D. M.; SALMITO VANDERLEY, C. S. B. Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do Exame Nacional do Ensino Médio. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação (RIAEE)**, v. 12, n. esp., p. 776-792, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br>. Acesso em: 12 ago. 2025.