

**EXPLORANDO A BIOTECNOLOGIA NAS PESQUISAS EM ENSINO DE
BIOLOGIA: UM ESTUDO COM BASE NOS ANAIS DO ENEBIO**

**LA EXPLORACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA INVESTIGACIÓN EN
LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA: UN ESTUDIO BASADO EN LOS
ANALES DE ENEBIO**

Jairo Ribeiro de Lima

Universidade Federal do Ceará (UFC)
jairolima@alu.ufc.br

Francisco José da Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)
francisco.costa@alu.ufc.br

Leonardo Figueiredo Soares

Universidade Federal do Ceará (UFC)
leofigueiredo@alu.ufc.br

Maria Goretti de Vasconcelos Silva

Universidade Federal do Ceará (UFC)
mgvsilva@ufc.br

RESUMO

A Biotecnologia, como uma ciência contemporânea e multidisciplinar, está intrinsecamente ligada à Biologia, e desempenha papel fundamental na alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Diante disso, este estudo buscou identificar a frequência e a natureza com que a Biotecnologia é abordada nas pesquisas em Ensino de Biologia, no âmbito do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO). Para tanto, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica, de caráter quanti-qualitativo e exploratório. Os dados foram coletados a partir dos Anais do ENEBIO, de 2005 a 2021. A análise temática foi utilizada para analisar e interpretar os dados. Os resultados indicaram que a presença da Biotecnologia nas pesquisas brasileiras em Ensino de Biologia é limitada, bem como ressaltam a necessidade de integrá-la de forma mais ampla e significativa nas discussões da área.

Palavras-chave: Biotecnologia; Temáticas biotecnológicas; Ensino de Biologia; Formação de professores.

Eixo temático: 3 - Formação docente em Ciências e Biologia.

Modalidade: Pesquisa acadêmica.

RESUMEN

La Biotecnología, como ciencia contemporánea y multidisciplinar, está intrínsecamente ligada a la Biología y desempeña un papel fundamental en la alfabetización científica y tecnológica de los estudiantes. En vista de ello, este estudio buscó identificar la frecuencia y naturaleza con la que se aborda la Biotecnología en las investigaciones sobre la enseñanza de la Biología en el Encuentro Nacional de Enseñanza de la Biología (ENE BIO). Para tanto, realizó-se un estudio bibliográfico de carácter cuantitativo cualitativo y exploratorio. Los datos se recolectaron de los anales del ENEBIO, de 2005 a 2021. Se utilizó el análisis temático para analizar e interpretar los datos. Los resultados indicaron que la presencia de la Biotecnología en la investigación brasileña de la Enseñanza de la Biología es limitada, además de resaltar la necesidad de integrarla de manera más amplia y significativa en las discusiones del área.

Palabras-clave: Biotecnología; Temas biotecnológicos; Enseñanza de la Biología; Formación del profesorado.

Eje temático: 3 - Formación de profesores de Ciencias y Biología.

Modalidad: Investigación académica.

INTRODUÇÃO

Em conformidade com a Convenção da Biodiversidade, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992, a Biotecnologia pode ser definida como "qualquer aplicação tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica" (Brasil, 2000, p. 9).

A origem da Biotecnologia remonta aos primórdios da humanidade, marcada pela utilização de processos fermentativos há cerca de 10.000 anos. Civilizações antigas como os sumérios e babilônicos, por volta de 6.000 a.C., e posteriormente os egípcios, por volta de 2.000 a.C., fizeram uso da Biotecnologia ao desenvolverem técnicas de fermentação para a produção de alimentos como pão, vinho e cerveja (Bruno, 2014; Lima; Marques-Santos, 2022).

No entanto, os agentes biológicos responsáveis pela fermentação eram desconhecidos pelos povos antigos, até que Louis Pasteur, no século XIX, demonstrou que tal processo ocorria devido à ação de microrganismos. Pasteur também contribuiu para o desenvolvimento das primeiras vacinas, um avanço significativo para a saúde pública, assim como o soro, cujo desenvolvimento começou na década de 1880 por Emil von

Behring e Shibasaburo no instituto de Robert Koch, a partir de descobertas sobre a imunização de animais expostos à exotoxina do bacilo da difteria (Geison, 1995; Roitt, 2013; Lima; Marques-Santos, 2022).

Outras descobertas importantes ocorreram na medicina humana no século XX. O médico e bacteriologista britânico Alexander Fleming, através de estudos com o fungo *Penicillium notatum* e a bactéria *Staphylococcus aureus*, descobriu a Penicilina, um antibiótico amplamente utilizado durante a Segunda Guerra Mundial. Em 1944, o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) foi identificado como material genético por Oswald Avery, Colin McLeod e Maclyn McCarty. Em 1953, James Watson e Francis Crick publicaram na revista *Nature* o artigo intitulado “Uma estrutura para o Ácido Desoxirribonucleico”, em que elucidaram a estrutura tridimensional da dupla hélice do DNA: um marco na história e no desenvolvimento da Biotecnologia (Bennet; Chung, 2001; Batisteti *et al.*, 2008; Watson, 2013; Lima; Marques-Santos, 2022).

Hoje, décadas após essas descobertas, e com o desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, que marcou o início da Engenharia Genética, o conhecimento genético é amplamente aplicado através da Biotecnologia. Os produtos e serviços possibilitados pela Biotecnologia abrangem diversas áreas, desde a medicina preditiva com a terapia gênica, a qual previne o surgimento de doenças, até medicamentos personalizados baseados no código genético do indivíduo, reações adversas ou efeitos colaterais (Oda; Soares, 2001; Barth, 2005; Lima; Marques-Santos, 2022).

Dessa forma, podemos perceber que a Biotecnologia é uma ciência atual e multidisciplinar, conectada a diversas áreas do conhecimento como genética, bioquímica, imunologia, microbiologia, biologia molecular, química, direito e filosofia. Os produtos resultantes da Biotecnologia são utilizados em diversos setores, incluindo agricultura, medicina, indústria, energia e meio ambiente (Malajovic, 2016).

Considerando tal relevância, o estudo da Biotecnologia é uma ferramenta poderosa para capacitar os alunos do Ensino Médio em uma área da ciência de grande potencial agregado. Muitas questões sociocientíficas envolvem aplicações biotecnológicas, como vacinas, transgênicos, células-tronco, entre outras, as quais contribuem para o desenvolvimento de uma cultura científica e tecnológica essencial para o desenvolvimento integral dos estudantes (Malajovich, 2016).

Nesse aspecto, tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) como, mais recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destacam que o estudo das Ciências Biológicas na escola tem por objetivo proporcionar aos alunos conhecimento biológico suficiente para compreender e participar dos debates contemporâneos (Brasil, 2002, 2018).

Do mesmo modo, a Biologia desempenha um papel fundamental na alfabetização científica dos alunos. Fonseca e Bobrowsky (2015, p. 499) argumentam que, devido ao desenvolvimento significativo da Biotecnologia e aos seus impactos na sociedade e no meio ambiente, é indispensável e imperiosa a inclusão dessa ciência no currículo escolar, especialmente na disciplina de Biologia. Entretanto, em muitos casos, o ensino de Biologia tem se limitado à memorização de conceitos, sem uma compreensão adequada e contextualizada das características e dos mecanismos subjacentes (Krasilchik, 2019; Lima; Marques-Santos, 2022).

Em vista disso, a partir da hipótese de que as temáticas biotecnológicas ainda são pouco discutidas nas pesquisas em Ensino de Ciências, a questão que norteou esta pesquisa foi: a Biotecnologia tem sido estudada nas pesquisas brasileiras direcionadas ao Ensino de Biologia?

Assim, com o objetivo de responder a tal questionamento, este estudo buscou identificar a frequência e a natureza com que a Biotecnologia é abordada nas pesquisas em Ensino de Biologia, no âmbito do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO). O referido encontro é um evento organizado pela Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio) desde 2005 e possui importância significativa no contexto nacional, posto que fomenta debates entre pesquisadores, professores e estudantes sobre questões relacionadas ao Ensino de Biologia, entre outros campos de pesquisa.

METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem quanti-qualitativa e exploratória, uma vez que combina informações de natureza qualitativa e quantitativa, e aproveita a sinergia metodológica para esclarecer as questões de pesquisa (Creswell; Creswell, 2021). No que concerne ao

aspecto teórico-metodológico, utiliza os pressupostos da pesquisa bibliográfica, fundamentando-se em materiais previamente publicados (Gil, 2021).

Para a obtenção de dados, uma busca foi conduzida, em março de 2024, nos Anais do ENEBIO. Todas as edições documentadas fizeram parte das coletas, desde 2005 até 2021, com o objetivo de identificar os trabalhos relacionados à Biotecnologia. Inicialmente, a busca foi orientada por meio da utilização das palavras-chave “biotecnologia”, “transgênicos”, “vacinas”, “células-tronco”, “biorremediação” e “biocombustíveis”, dado que essas temáticas biotecnológicas estão fortemente presentes na Base Nacional Comum Curricular para área de Ciências da Natureza (Brasil, 2018).

Posteriormente, a leitura dos títulos, dos resumos e das palavras-chave foi realizada, seguida pela leitura completa dos trabalhos selecionados. A seleção dos estudos foi fundamentada em critérios específicos, os quais consideravam a presença da temática Biotecnologia, ou de suas aplicações, como objeto de pesquisa, conforme descrito por Malajovich (2016).

Para análise e interpretação dos dados, foi adotada a análise temática que consiste em um processo dedicado ao estudo de temas e à análise das relações entre eles, em consonância com Gil (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os procedimentos metodológicos delineados na seção anterior foram aplicados na busca e seleção dos estudos, com o propósito de responder à questão de pesquisa: a Biotecnologia tem sido estudada nas pesquisas brasileiras direcionadas ao Ensino de Biologia? A seguir, os resultados e a análise do estudo serão apresentados.

Verificou-se que foram publicados 4043 trabalhos nos Anais do ENEBIO, ao longo das oito edições estudadas, no período de 2005 a 2021. Dentro desse conjunto de dados, foram identificados 30 trabalhos relacionados à Biotecnologia (Quadro 1), representando aproximadamente 0,007% do total de publicações recebidas pelo evento até a última edição. Assim, foi possível observar que as temáticas biotecnológicas ainda são pouco exploradas nas pesquisas brasileiras em Ensino de Biologia.

Quadro 1: Lista de trabalhos que abordam temáticas biotecnológicas em todas as edições do ENEBIO.

Anos	Edições	Títulos	Autores
2010	3	Imagem e Educação Científica: análise de representações visuais sobre Biotecnologia a partir da Teoria Semiótica.	KLEIN, T. A.; LABURÚ, C. R.
2010	3	O ensino de transgênicos em escolas do Ensino Médio da Zona Oeste de Manaus – AM.	MOURÃO, I. C.; FOSBERG, M. C. S.; TERÁN, A. F.
2010	3	Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos do Ensino Médio e proposição de uma Sequência Didática complementar.	SILVA, A. P. C.; ALMEIDA, E. A.; SILVEIRA, M. L.
2010	3	Assuntos emergentes polêmicos no Ensino de Biologia: uma Sequência Didática para o tema clonagem, células-tronco e genoma.	SILVA, D. S. F.
2012	4	Análise das metodologias para o Ensino de Biotecnologia, disponíveis na <i>internet</i> .	VIEIRA, P. M.; GONÇALVES, D. C.
2012	4	Biotecnologia em Imagens no livro didático de Biologia: uma perspectiva CTSA.	MARINHO, E. B.; GOUVÊA, G.
2012	4	Relatos de um minicurso de Biotecnologia a partir da perspectiva da Alfabetização Científica.	GARCIA, G. M. P.; SACHS, D.; JÚNIOR, M. F. R.
2014	5	História da Ciência e cronologia em Biotecnologia: uma atividade realizada em uma disciplina do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.	KORRES, A. M. N.; AQUIJE, G. M. F. V.; COMARÚ, M. W.
2014	5	A abordagem dos temas controversos em livros didáticos e sua contribuição para a promoção da cidadania na Educação Básica.	SIQUEIRA, A. C.; SHEID, N. M. J.
2014	5	Biotecnologia Vegetal no Ensino Médio: uma proposta para estimular reflexões e a tomada de decisão consciente.	DANDALO, R. M.; LEME, J. S.; URSI, S.
2014	5	O tema biorremediação nos livros didáticos de Ciências e Biologia.	ALENCAR, F. L. S.; NASCIMENTO, E. D.; ARAÚJO, M. F. F.
2014	5	DNA e suas aplicações biotecnológicas: uma análise da aprendizagem de professores da Educação Básica.	SILVA, L. C. H.; CAVALCANTI, D. P.

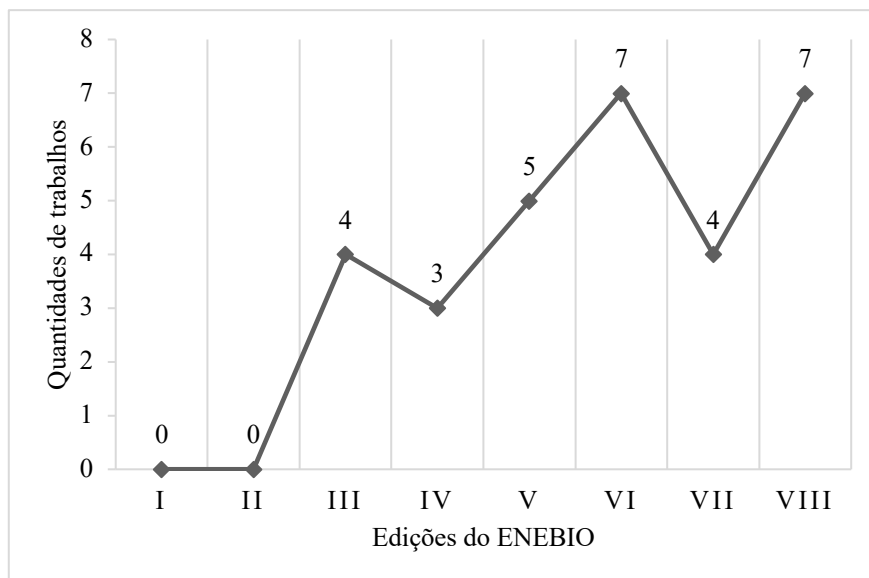
2016	6	Biotecnologia como proposta de ensino para aulas de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental.	OLIVEIRA, C. A. I.; FERREIRA, M.; SANGIOGO, F. A.
2016	6	Biocinética: o jogo	BRÃO, A. F. S.
2016	6	A Biologia forense no jogo didático: uma ferramenta motivacional para o Ensino de Genética em uma abordagem investigativa.	NEVES, M. A.; NEVES, M. L. R. C.
2016	6	A discussão de temas controversos e abordagem CTSA na formação de professores de Biologia	FERREIRA, S. <i>et al.</i>
2016	6	Recursos didáticos sobre a temática vacinação nos anos iniciais: diálogos possíveis entre a Pedagogia e a Biologia.	GOMES, I. G. C.; VILELA, M. L.
2016	6	Análise da eficiência de vídeo didático na abordagem do tema “células-tronco”.	SUDÉRIO, F. B.
2016	6	Ensino de Ciências na formação de professores dos Anos Iniciais: um estudo de caso em Bioética.	PIERONI, L. G.; ZANCUL, M. C. S.
2018	7	Um olhar sobre os processos de ensino e de aprendizagem em um projeto de trabalho sobre o tema Tecnologia.	OLIVEIRA, C. A. I.; FERREIRA, M.; SANGIOGO, F. A.
2018	7	As diversas abordagens sobre Ensino de Biologia e células-tronco na formação de professores.	FERREIRA, S.; SANTOS, M. T.; MIRALHA, T.
2018	7	O uso de textos de divulgação científica em aulas de Genética na Educação Básica.	SANTOS, E. P.
2018	7	Vacina e vacinação em livros didáticos: inferências a partir da História da Ciência em um volume do 3º Ano do Ensino Médio.	PEREIRA, J. R. <i>et al.</i>
2021	8	Metodologias ativas no Ensino de Biologia Molecular.	ALEIXO, L. A.
2021	8	Pesquisa em ensino de Genética: um panorama sobre a produção científica.	OTTO, M.
2021	8	Controvérsias científicas em ambientes educacionais: o que os estudantes pensam.	MAZATO, M. A. C.; ISZLAJI, C.
2021	8	Ensino de Ciências por meio de jogos de tabuleiros: complementação didática da temática vacinas.	PINTO, I. C. S.; REIS, J. R.; SEPINI, R. P.

2021	8	A Astronomia e a vacina: a História da Ciência em vídeos para a Educação Básica.	BERTAGNA, M.
2021	8	O uso de vacinas e o ensino de Biologia: relatos sobre o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência Didática investigativa.	LIMA, G. P.
2021	8	Pandemia, vacinação e <i>fake news</i> - percepções do estágio em Biologia.	MESQUITA, L. P. B.

Fonte: SBEnBio (2024).

Em relação à distribuição dos trabalhos por edição do ENEBIO, a Figura 1 ilustra uma leve tendência de aumento quanto ao número de pesquisas a partir do V encontro, realizado em 2014. Com base nesses resultados, as edições VI e VII apresentaram o maior número de estudos, em 2016 e 2018, respectivamente. Observa-se também que, os dois primeiros encontros, ocorridos em 2005 e 2007, não foram encontrados trabalhos que tratavam da Biotecnologia ou de seus produtos/processos.

Figura 1: Quantidades de trabalhos que abordam temáticas biotecnológicas nas edições do ENEBIO.



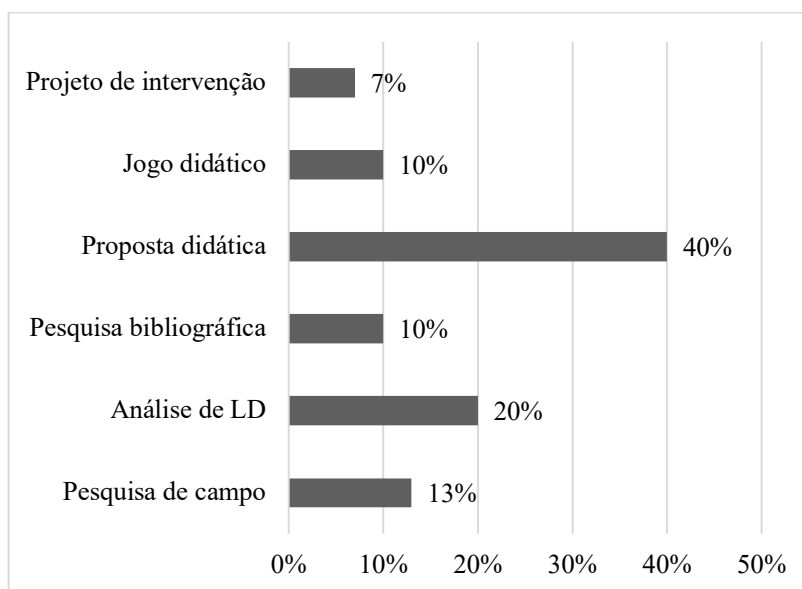
Fonte: dados da pesquisa (2024).

No que diz respeito ao conteúdo dos trabalhos, 27% deles focalizam aspectos conceituais, históricos ou metodológicos da Biotecnologia. Enquanto isso, os outros 73% dedicam-se a discutir aplicações biotecnológicas fortemente presentes no currículo da Educação Básica (Brasil, 2018), tais como transgênicos, células-tronco e biorremediação, além de

biologia forense e bioética. Para tanto, os mais diferentes contextos didático-metodológicos foram utilizados, especialmente, na perspectiva da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e da formação de professores de Ciências e Biologia.

Quanto às metodologias e aos recursos pedagógicos empregados nos estudos, observou-se, de acordo com a Figura 2, que houve: pesquisas de campo, em menor incidência (7%), realizadas tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior; análise de Livros Didáticos (LD) de Biologia, como uma ferramenta importante para compreender a maneira como a Biotecnologia é abordada no material didático utilizado em sala de aula; pesquisa bibliográfica para produção de ensaios teóricos e revisões sistemáticas de literatura; propostas didáticas diversas, em maior incidência (40%), incluindo o uso de Sequências Didáticas, vídeos e atividades investigativas; jogos didáticos com abordagem interdisciplinar; e projetos de intervenção na Educação Básica a partir de programas federais de incentivo à pesquisa e à docência.

Figura 2: Metodologias e recursos pedagógicos empregados nas pesquisas.



Fonte: dados da pesquisa (2024).

A análise abrangente desses dados indica que, apesar de a Biotecnologia ser uma ciência contemporânea e influenciar amplamente diversos setores da sociedade, sua presença nas pesquisas brasileiras em Ensino de Biologia ainda é limitada. Esta constatação sugere que

há uma lacuna significativa no entendimento e na aplicação da Biotecnologia no contexto educacional, que revela a necessidade de maior enfoque e investigação nessa área.

Nesse sentido, Krasilchik (2019, p. 188) aponta que

a análise de fenômenos biotecnológicos serve para diminuir a divisão entre a escola e o mundo em que os estudantes vivem, na medida em que estes podem constatar relações entre a pesquisa científica e a produção industrial ou a tecnologia tradicionalmente usada em sua comunidade. A busca das raízes científicas dessas tecnologias tradicionais de maneira a aprimorá-las, a fim de que melhor sirvam à necessidade de elevar a qualidade de vida, é uma forma de vincular o ensino à realidade em que vive o aluno.

Embora a Biotecnologia ofereça vastas possibilidades de ensino e aprendizagem, sua sub-representação nas pesquisas nacionais em Ensino de Biologia pode refletir desafios ou lacunas na forma como essa disciplina é abordada e integrada tanto no currículo educacional quanto na formação de professores de Biologia. No primeiro caso, Lima e Marques-Santos (2022, p. 274) confirmaram que “apesar de fazer parte do currículo escolar, a Biotecnologia tem passado de maneira imperceptível no cotidiano escolar do Ensino Médio”. No segundo caso, Lima, Vasconcelos e Silva (2023, p. 16) constataram que “a relação entre a Biotecnologia e a formação de professores de Biologia ainda é pouco explorada em pesquisas nacionais e internacionais”.

Na mesma direção, Cardinali e Frenedo (2011, p. 83) ressaltaram, ao analisarem os trabalhos com enfoque em Genética e Biotecnologia do IV Encontro Regional de Ensino de Biologia, que os “desafios no processo de ensino e aprendizagem da área não se restringem ao nosso país e, assim sendo, espera-se que muitos outros encontros sejam realizados, especificamente no foco da Biologia à Biotecnologia”. Atualmente, os desafios apontados por esses autores ainda persistem.

Portanto, é essencial incentivar e promover mais estudos e pesquisas que considerem a Biotecnologia como uma ferramenta fundamental para o Ensino de Biologia, com vistas a aprimorar a compreensão e a aplicação dessa ciência em sala de aula. Faz-se necessário, de igual importância, estudar como a Biotecnologia tem sido discutida na formação inicial de professores de Biologia, bem como a presença dessa ciência no currículo dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar a frequência e a natureza com que a Biotecnologia é abordada nas pesquisas em Ensino de Biologia, no âmbito do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) de 2005 a 2021. Entre os 4043 trabalhos publicados ao longo de todas as suas edições, foram encontrados 30 estudos que investigaram temáticas biotecnológicas como foco de pesquisa. Essa constatação indica que a Biotecnologia ainda é pouco explorada nas pesquisas brasileiras em Ensino de Biologia, visto que o ENEBIO tem grande representatividade na área.

Em relação ao conteúdo dos trabalhos, verificou-se que 27% deles se concentraram em aspectos conceituais, históricos e metodológicos da Biotecnologia, enquanto a maioria dos estudos, que representa 73%, abordou temáticas biotecnológicas amplamente presentes na BNCC, como transgênicos, células-tronco e vacinas, além de tópicos relacionados à biologia forense e bioética. No que refere às metodologias e aos recursos didáticos aplicados nos estudos, a maioria deles (40%) optou por diferentes propostas didáticas, que incluíam o uso de Sequências Didáticas, vídeos e atividades investigativas. Ademais, a observação de que a presença da Biotecnologia nas pesquisas brasileiras em Ensino de Biologia é limitada, ressalta-se a necessidade de integrá-la de forma mais ampla nas discussões da área, bem como reconhecer e aproveitar seu vasto potencial na alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Ao incorporar de maneira mais estruturada e significativa os princípios e aplicações da Biotecnologia na Educação Básica, além de estimular o aprendizado dos estudantes frente a uma ciência contemporânea, pode capacitá-los na tomada de decisão consciente e no enfrentamento de desafios socioambientais atuais, em que a Biotecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais central.

REFERÊNCIAS

BARTH, W. L. Engenharia genética e bioética. **Revista PUCRS**. Rio Grande do Sul, v. 35, n. 149, p. 361-391, set. 2005. Disponível em:
<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/teo/article/viewFile/1694/1227>>.
Acesso em: 23 mar. 2024.

BATISTETI, C. B. *et al.* As interpretações dos estudos de Avery, McLeod e Maccarty sobre a natureza química do “fator transformante” em bactérias. **Filosofia e História da**

Biologia, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 71-94, 2008. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-05-Caroline-Batisteti-et-al.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

BENNET, J. W.; CHUNG, K. T. Alexander Fleming and the discovery of penicillin. **Advances in applied microbiology**, Cambridge, v. 49, p. 162-184, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065216401490137>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Brasília, DF: MMA, 2000.

BRUNO, A. N. (Org.). **Biotecnologia I: princípios e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

CARDINALI, S. M. M.; FRENEDOZO, R. C.; Da Biologia à Biotecnologia: relevância, objetividade, originalidade e conteúdo no IV Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREbio 2007), Rio de Janeiro. **Educação & Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 71-85, 2011. Disponível em: <<https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/376/391>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

GIL, A. C. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Barueri: Atlas, 2021.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 17, n. 2, p. 496-509, mai./ago., 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1231>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

GEISON, G. L. **The private science of Louis Pasteur**. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

LIMA, J. R.; MARQUES-SANTOS, L. F. A Biotecnologia no cotidiano escolar do Ensino Médio: análise da percepção dos estudantes. **Revista de Ensino de Biologia da**

SBEn**Bio**, v. 15, n. 1, p. 260–276, 2022. Disponível em:
<<https://doi.org/10.46667/renbio.v15i1.599>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

LIMA, J. R.; VASCONCELOS, F. H. L.; SILVA, M. G. V. A biotecnologia na formação de professores de Biologia: uma revisão sistemática da literatura. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 1-20, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/6457>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. 2 ed. Axcel: Rio de Janeiro, 2016.

ODA, L. M.; SOARES, B. E. C. Biotecnologia no Brasil: Aceitabilidade pública e desenvolvimento econômico. **Parcerias e Estratégias**, Brasília, v. 6, n. 10, p. 162-173, mar. 2001. Disponível em:
<http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/150>. Acesso em: 23 mar. 2024.

ROITT, I. M. *et al.* **Fundamentos de imunologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2013.

SBE**n**Bio. **Anais do ENEBIO**. 2024. Disponível em:
<<https://www.sbenbio.org.br/categoria/anais/>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

WATSON, J. D. **A dupla hélice, como descobri a estrutura do DNA**. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.