

CONTRIBUIÇÕES DA BIOTECNOLOGIA PARA O COMPONENTE CURRICULAR DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL - ANOS INICIAIS

Recebido em: 16/09/2024

Aceito em: 13/05/2025

DOI: 10.25110/educere.v25i1.2025-11584



Camila Correia Gabeloni Felipe ¹
Gabriel Tramontini Pereira ²
Roberta Fernanda Rogonni Ferrari ³
Juliana Silveira do Valle ⁴

RESUMO: A biotecnologia utiliza organismos vivos ou seus componentes para criar produtos e tecnologias em benefício da humanidade e do meio ambiente, além de ser uma estratégia para promover o letramento científico em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O objetivo desta revisão é analisar as contribuições da biotecnologia para o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, baseada na análise de artigos científicos, documentos oficiais e experiências educacionais publicadas entre 2000 e 2024. A biotecnologia oferece oportunidades de aprendizagem que conectam ciência, tecnologia e inovação à problemas práticos do cotidiano, favorecendo uma formação crítica. A revisão destaca desafios como a necessidade de recursos e de capacitação de professores e discute exemplos de programas educacionais que abrangem temas em biotecnologia. Ao abordar problemas reais, a biotecnologia prepara os alunos para serem cidadãos críticos, informados e capazes de enfrentar os desafios do futuro.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia; Ciências da Natureza; Educação Básica; Letramento Científico.

CONTRIBUTIONS OF BIOTECHNOLOGY TO THE SCIENCE CURRICULAR COMPONENT IN ELEMENTARY EDUCATION - EARLY YEARS

ABSTRACT: Biotechnology utilizes living organisms or their components to develop products and technologies that benefit humanity and the environment. Additionally, it serves as a strategy to promote scientific literacy in accordance with the National

¹ Doutora em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Professora na Rede Estadual e do Município de Umuarama, Paraná; Universidade Paranaense, UNIPAR.

E-mail: camila.gabeloni@edu.unipar.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7894-582X>

² Mestrando em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, UNIPAR.

E-mail: gabriel.202093@edu.unipar.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4151-2748>

³ Doutoranda em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, Universidade Paranaense - UNIPAR.

E-mail: roberta20588@edu.unipar.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5447-6674>

⁴ Docente da Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura e em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, Universidade Paranaense, UNIPAR.

E-mail: jsvalle@prof.unipar.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9463-5378>

Common Curriculum Base (BNCC). The objective of this review is to analyze the contributions of biotechnology to science teaching in the early years of elementary school. This is a narrative review of the literature, based on the analysis of scientific articles, official documents, and educational experiences published between 2000 and 2024. Biotechnology provides learning opportunities that connect science, technology, and innovation to real-world, practical problems, fostering critical thinking. The review highlights challenges, including the need for resources and teacher training, and discusses examples of educational programs that cover topics in biotechnology. By addressing real-world problems, biotechnology prepares students to be critical, informed citizens who are capable of facing the challenges of the future.

KEYWORDS: Biotechnology; Natural Sciences; Basic Education; Scientific Literacy.

APORTES DE LA BIOTECNOLOGÍA AL COMPONENTE CURRICULAR DE CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA - PRIMEROS AÑOS

RESUMEN: La biotecnología utiliza organismos vivos o sus componentes para desarrollar productos y tecnologías que benefician a la humanidad y al medio ambiente. Además, sirve como estrategia para promover la alfabetización científica de acuerdo con la Base Curricular Común Nacional (BNCC). El objetivo de esta revisión es analizar las contribuciones de la biotecnología a la enseñanza de las ciencias en los primeros años de la escuela primaria. Se trata de una revisión narrativa de la literatura, basada en el análisis de artículos científicos, documentos oficiales y experiencias educativas publicadas entre 2000 y 2024. La biotecnología proporciona oportunidades de aprendizaje que conectan la ciencia, la tecnología y la innovación con problemas prácticos del mundo real, fomentando el pensamiento crítico. La revisión destaca los desafíos, incluyendo la necesidad de recursos y la formación del profesorado, y analiza ejemplos de programas educativos que cubren temas de biotecnología. Al abordar problemas del mundo real, la biotecnología prepara a los estudiantes para ser ciudadanos críticos e informados, capaces de afrontar los retos del futuro.

PALABRAS CLAVE: Biotecnología; Ciencias naturales; Educación Básica; Alfabetización científica.

1. INTRODUÇÃO

O termo biotecnologia foi definido pela primeira vez em 1992 pela Convenção sobre Diversidade Biológica como quaisquer tecnologias que utilizem sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para criar ou modificar produtos ou processos para fins específicos (Brasil, 2000). É a ciência que possibilita a utilização de organismos vivos para criar ou melhorar produtos ou serviços, utilizando conhecimento acadêmico, experimentação e inovação.

Apesar da ratificação da definição do termo no século XX, a humanidade utiliza processos biológicos de maneira empírica na produção de bebidas e alimentos fermentados como pão, cerveja e vinho desde a antiguidade. O primeiro registro escrito

sobre a fabricação de cerveja, feito pelos Sumérios há cerca de 6.000 anos, destaca a importância econômica dessa atividade na Mesopotâmia e antigo Egito, onde a produção de cerveja e vinho gerava receitas fiscais consideráveis (Buchholz; Collins, 2013). Tais práticas utilizavam microrganismos presentes no ambiente que facilitavam a transformação de matérias-primas em produtos de maior valor nutricional ou com características melhoradas. O termo biotecnologia, entretanto, só foi utilizado pela primeira vez por Karl Ereky em 1919.

A transição da biotecnologia clássica para a moderna representou um grande avanço na compreensão e aplicação dos processos biológicos. A biotecnologia moderna surgiu com o advento da engenharia genética na década de 70. Os marcos dessa transformação incluem a descoberta da estrutura do DNA, o desenvolvimento de técnicas de recombinação genética, a criação dos primeiros organismos geneticamente modificados e a conclusão do Projeto Genoma Humano (Leuzinger, 2023). Além disso, essas reformas trouxeram novos contextos e oportunidades de alfabetização científica para o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que alunos compreendessem melhor o mundo e pudessem discutir a ciência no dia a dia desde os primeiros anos de escolaridade (Dawson; Soames, 2006).

Embora a biotecnologia tenha mudado rapidamente devido ao progresso tecnológico, ainda existem lacunas na abordagem didática de seus princípios e conceitos, o que contribui para sua baixa representatividade nas salas de aula, especialmente no ensino básico (Borgerding; Sadler; Koroly, 2013; Pelizzari *et al.*, 2022).

Sendo uma ciência multidisciplinar, a biotecnologia integra ciências da natureza e tecnologia, incluindo componentes curriculares como ciências, química e biologia, e se subdivide em áreas especializadas como a engenharia, a química industrial e a biologia molecular. Além disso, o caráter multidisciplinar da biotecnologia, permite sua aplicação em diversas áreas, como saúde, agricultura, indústria e meio ambiente conforme destacado no Quadro 1. Essa diversidade de aplicações evidencia a importância da proteção da propriedade intelectual, que inclui o conhecimento gerado no meio acadêmico e na indústria, incluindo artigos científicos, teses, dissertações, descobertas e patentes (Kafarski, 2012). A proteção dos direitos de propriedade intelectual é importante para garantir os direitos sobre inovações e promover o desenvolvimento sustentável da biotecnologia.

Quadro 1: Aplicações da biotecnologia segundo a classificação das áreas por cores

Cor	Aplicações
Vermelha	Biotecnologia relacionada à saúde e medicina, incluindo desenvolvimento de fármacos, vacinas, terapia gênica e diagnóstico molecular.
Verde	Agricultura e meio ambiente, incluindo melhoramento genético de plantas, biopesticidas, biofertilizantes e práticas sustentáveis
Branca	Biotecnologia industrial utilizada em processos de produção de biocombustíveis, biopolímeros, bioplásticos e enzimas industriais.
Azul	Biotecnologia marinha, desenvolvimento de produtos derivados de organismos aquáticos, como biofármacos, biomateriais e bioenergia.
Amarela	Biotecnologia aplicada à alimentação e nutrição, incluindo a produção de alimentos funcionais, fermentados e melhoramento da segurança alimentar.
Roxa	Aspectos legais, éticos e de propriedade intelectual relacionados à biotecnologia, como regulamentação de patentes e legislação bioética.
Cinza	Biotecnologia ambiental, voltada para a biorremediação, tratamento de resíduos e redução de impactos ambientais.
Preta	Biotecnologia em segurança e bioterrorismo, desenvolvimento de mecanismos de controle de ameaças biológicas e monitoramento ambiental.
Marrom	Gestão de desertos e ambientes áridos, uso de biotecnologias para restaurar solos degradados em regiões secas, promover o cultivo sustentável em ambientes com escassez de água e combater a desertificação
Dourada	Bioinformática e uso de dados computacionais para análise e interpretação de informações biológicas, genômicas e proteômicas.

Fonte: (Kafarski, 2012; Barcelos *et al.*, 2018).

Além de relevância econômica e tecnológica, a biotecnologia desempenha um papel educacional, particularmente como estratégia de aprendizagem e letramento científico. Por meio de ações multidisciplinares e transdisciplinares, contribui para formação de profissionais com competências para atuar na educação e na pesquisa. Neste contexto, este estudo propõe uma revisão narrativa da literatura com o objetivo de analisar as contribuições da biotecnologia para o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A investigação buscou compreender de que forma a integração de

conteúdos biotecnológicos pode favorecer o letramento científico, a formação crítica dos estudantes e a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade no cotidiano escolar. Ao reunir e discutir experiências, desafios e potencialidades, este trabalho oferece subsídios para reflexões sobre a inserção da biotecnologia no currículo e seu papel na construção de uma educação científica contextualizada, significativa e alinhada às demandas contemporâneas.

2. METODOLOGIA

O presente texto é uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa e exploratória (Silva *et al.*, 2021). A busca por referências foi realizada entre agosto e setembro de 2024, nas bases SciELO, Google Acadêmico e em documentos institucionais, utilizando os descritores: “biotecnologia e educação”, “ensino de ciências e BNCC” e “letramento científico no ensino fundamental”. Foram selecionadas publicações entre 2000 e 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol, considerando a pertinência ao tema, a relevância pedagógica e a adequação aos anos iniciais.

3. A BIOTECNOLOGIA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR PARA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2022) estabelece fundamentos pedagógicos focados no desenvolvimento de competências e no compromisso com a educação integral, voltada à formação ampla dos estudantes. No que diz respeito ao desenvolvimento de competências, a BNCC adota uma abordagem que vai além da simples aquisição de conteúdos e potencializa a capacidade dos alunos de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver problemas complexos e tomar decisões no cotidiano. As competências da BNCC incluem comunicação, pensamento crítico, criatividade e responsabilidade socioambiental, visando preparar os alunos para enfrentar os desafios do século XXI e formar cidadãos que atuem com autonomia, protagonismo e responsabilidade social (Brasil, 2022).

O compromisso com a educação integral é outro pilar central da BNCC, e propõe uma formação que abrange todos os aspectos do desenvolvimento humano: intelectual, físico, emocional, social e cultural. A educação integral está voltada para o desenvolvimento integral dos alunos, considerando suas potencialidades e necessidades, e criando um ambiente de aprendizado de bem-estar, inclusão, respeito à diversidade e

desenvolvimento da cidadania. Para tanto, a BNCC promove métodos de ensino que integram diferentes áreas do conhecimento e estimulam o aprendizado significativo, tendo o aluno como protagonista de seu próprio processo educativo. Não se trata apenas da busca pelo sucesso acadêmico, mas também do fortalecimento de valores éticos e o desenvolvimento de competências sociais e emocionais para a formação de indivíduos preparados para o convívio em sociedade.

Estudos em biotecnologia na Educação Básica desempenham papel importante na preparação dos alunos para enfrentar os desafios atuais, alinhados aos objetivos da BNCC na área de Ciências da Natureza. Por exemplo, a BNCC estabelece competências e habilidades no Ensino Fundamental com o objetivo de preparar os estudantes para uma sociedade baseada no desenvolvimento da ciência e tecnologia como

[...] 2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. [...] 5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza. [...] 7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias (Brasil, p. 9, 2022).

Portanto, as competências citadas acima estão relacionadas à biotecnologia e dependem dos conhecimentos, conceitos e procedimentos biotecnológicos para serem desenvolvidas. No Ensino Fundamental, a educação científica é essencial não só para que os alunos aprendam conteúdos de ciências, mas também para que desenvolvam a capacidade de interpretar e transformar o mundo natural, as relações sociais e a tecnologia. O letramento científico vai, portanto, além da aquisição de conhecimento; ele é essencial para a promoção da cidadania para que os alunos possam atuar ativamente na sociedade. Desta forma, a integração da biotecnologia no currículo contribui para a formação de indivíduos capazes de compreender e influenciar o mundo que os rodeia com base em fundamentos científicos sólidos.

Nesta perspectiva, a área de Ciências da Natureza deveria proporcionar aos alunos do Ensino Fundamental o amplo acesso ao conhecimento científico acumulado ao longo da história. Além disso, é essencial promover a introdução gradual às práticas

e métodos fundamentais da investigação científica, integrando de forma articulada diversos campos do saber (Pires; Araújo; Amaral, 2019). Espera-se que os alunos desenvolvam uma nova perspectiva sobre o mundo, preparando-os para fazer escolhas e intervenções conscientes, baseadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum (Chagas, 2022).

Para que a biotecnologia seja eficaz e significativa como ferramenta de ensino na Educação Básica, é importante criar um ambiente de aprendizagem que vá além da execução de experimentos ou do cumprimento de etapas rígidas. É importante que os alunos tenham a oportunidade de se envolverem em atividades investigativas por meio de observações e manipulações que proponham questões desafiadoras e contextualizadas, despertando a curiosidade científica, mas valorizando suas experiências e diversidade cultural.

Esta abordagem deve fortalecer habilidades importantes, como a capacidade de formular perguntas, planejar pesquisas, analisar e interpretar dados e comunicar resultados com clareza (Brasil, 2022). Porém, alcançar esses objetivos requer mudanças pedagógicas, que incluem o uso de múltiplas ferramentas tradicionais e digitais, e que promovam a colaboração e a reflexão. Portanto, a prática investigativa não deve ser um complemento isolado, mas deve ser incluída de forma regular e deliberada no currículo, dando aos alunos a oportunidade de rever e expandir os seus conhecimentos ao longo da educação básica. Esse processo não apenas reforça o letramento científico, mas também prepara os alunos para compreenderem e atuarem no mundo de forma crítica, apesar dos desafios estruturais e de capacitação que possam surgir.

Contudo, alguns desafios colocados pelas diretrizes da BNCC e pela aplicação da biotecnologia devem ser superados. A BNCC ampliou os conteúdos a serem trabalhados pelos professores de Ciências. Esta expansão exige que os professores ajustem suas práticas de ensino para incluir abordagens investigativas e interdisciplinares que colaborem com o desenvolvimento de habilidades como análise crítica. Porém, essa demanda contrasta com a formação atual dos professores, que muitas vezes carece de capacitação específica para lidar com as exigências atuais da biotecnologia, o que cria lacunas que dificultam a aplicação efetiva da BNCC (Krützmänn; Alves; Silva, 2023). Assim, há uma necessidade de atualização e apoio aos professores para que possam integrar a biotecnologia ao currículo de forma sustentável e significativa.

Adicionalmente, é comum que professores da Educação Básica superestimem os desafios que enfrentarão no ensino de biotecnologia, particularmente em relação às limitações de materiais e recursos disponíveis nas escolas (Fonseca *et al.*, 2012). Muitos julgam ser necessário esforços adicionais para superar os desafios da educação em biotecnologia, o que impacta sua prática docente. Contudo, professores demonstram-se receptivos a oportunidades de treinamento e formação, o que é um ponto de partida para intervenções.

Os programas de mestrado e doutorado em Biotecnologia, por exemplo, podem colaborar com a formação de professores, oferecendo capacitação avançada e fomentando a integração entre pesquisa e as práticas educacionais. Esses programas podem servir como um elo entre a academia, as escolas e a comunidade, promovendo um diálogo contínuo (Zaidan *et al.*, 2011). Estudos indicam que programas de pós-graduação não apenas capacitam os egressos para atuarem em contextos acadêmicos e de pesquisa, mas também ampliam sua compreensão das práticas pedagógicas e das metodologias de ensino, incluindo uma visão mais ética e reflexiva sobre o processo educativo (Kreuz e Leite, 2021).

4. A BIOTECNOLOGIA E O CURRÍCULO EM AÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE UMUARAMA- PR

A biotecnologia oferece uma ótima oportunidade para desenvolver competências científicas desde os primeiros anos da Educação Básica. Ao explorar as aplicações práticas dessa área do conhecimento, os professores podem contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes. Estudos recentes, como o de Pelizzari *et al.* (2022), apontam que é essencial que as práticas pedagógicas sejam revistas, a fim de favorecer a participação ativa dos estudantes e a construção de conhecimentos significativos. Para a autora, antes mesmo de se compreender o processo de ensino, o professor precisa conhecer as relações envolvidas no pensamento e nas formulações de conceitos para atuarem desenvolvendo as habilidades de Ciências no processo de formação das crianças e propiciar um contexto adequado para a ampliação dos contextos de letramento científico.

Na área de Ciência da Natureza e suas Tecnologias a BNCC propõe um aprofundamento nas temáticas "Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo" (Brasil, 2018, p. 548). Em "Vida, Terra e Cosmos", sugere a análise dos seres vivos e

sua diversidade, além da sua relação com o meio ambiente, prevê também para o 1º ano do 2º ciclo do Ensino Fundamental verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros (EF04CI07), para isso é estratégica a aplicação de conhecimentos na área de biotecnologia, oferecidos ao decorrer do curso (Brasil, 2018).

Em especial o Currículo em ação do Município de Umuarama - PR para o 1º ano do 2º ciclo do ensino fundamental (Quadro 2) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) referente aos anos iniciais do Ensino Fundamental (Quadro 3), exemplificam como esses conhecimentos biotecnológicos podem ser aplicados.

A integração da biotecnologia ao currículo de Ciências da Natureza da Educação Básica, conforme o Currículo em Ação do Município de Umuarama-PR, reflete um alinhamento com as diretrizes da BNCC, o que enfatiza a possibilidade de desenvolver competências científicas em contextos reais e aplicáveis. Explorar o tema microrganismos, desde sua participação na decomposição até seu papel na produção de alimentos, combustíveis e medicamentos, exemplifica como a biotecnologia pode ser uma ferramenta potente para conectar os alunos ao impacto concreto da ciência em suas vidas cotidianas. Ao abordar questões como a prevenção de doenças causadas por microrganismos e a compreensão do funcionamento das vacinas, o currículo não apenas promove a educação científica, mas também incentiva uma visão crítica e informada sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Quadro 2: Fragmento do currículo em ação da área de Ciências da Natureza do Componente Curricular - Ciências - 1º ano do 2º Ciclo do Ensino Fundamental.

Unidade Temática	Objetos de Conhecimento	Objetivos de aprendizagem	Pauta Avaliativa
Vida e Evolução	Microrganismos	<p>Identificar o papel dos microrganismos na produção de combustíveis, medicamentos e alimentos, percebendo as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.</p> <p>Propor atitudes e medidas para prevenção de doenças causadas por microrganismos.</p> <p>Conhecer o funcionamento</p>	<p>Identifica o papel dos fungos e bactérias no processo de decomposição.</p> <p>Reconhece a importância econômica e ecológica de diferentes microrganismos.</p> <p>Identifica atitudes e medidas para prevenir doenças transmitidas</p>

		das vacinas. Identificar doenças causadas por microrganismos. Conhecer a forma de transmissão de algumas doenças relacionadas por microrganismos (vírus, bactérias e protozoários).	por microrganismos. Relaciona a atuação de microrganismos a algumas doenças humanas.
--	--	---	---

Fonte: Secretaria Municipal de Umuarama, 2024.

No contexto da EJA, esta abordagem é ampliada para incluir a compreensão de processos biotecnológicos importantes para o desenvolvimento sustentável e a inovação. É por isso que a educação biotecnológica não se restringe à sala de aula, mas se estende para a preparação dos alunos para enfrentarem desafios atuais, como por exemplo, a sustentabilidade ambiental e a saúde pública. Ao implementar conteúdos biotecnológicos no currículo, as escolas de Umuarama promovem um ensino mais contextualizado e engajador, alinhado com as propostas da BNCC. Contudo, para que essa integração seja bem-sucedida, são necessários esforços contínuos para a formação de professores e para disponibilizar recursos que possibilitem uma abordagem prática e reflexiva, garantindo que a biotecnologia se torne uma parte do processo educativo.

Quadro 3: Fragmento do Currículo em ação da Área de conhecimento Ciências da Natureza do Componente Curricular - Ciências para EJA - 1ª Etapa - 2º Semestre.

Unidade Temática	Objetos de Conhecimento	Objetivos de aprendizagem	Pauta Avaliativa
Vida e Evolução	Microrganismos	<p>Conceituar fungos e bactérias;</p> <p>Compreender que fungos e bactérias participam no processo de decomposição e reconhecer a importância ambiental deste processo.</p> <p>Identificar o papel dos microrganismos na produção de medicamentos e produtos produzidos com a sua participação.</p> <p>Conhecer a forma de transmissão de algumas</p>	<p>Identifica alimentos e produtos que são produzidos com a participação dos microrganismos.</p> <p>Identifica medicamentos que são produzidos com a participação de microrganismos.</p> <p>Identifica a forma de transmissão de algumas doenças transmitidas pelos microrganismos.</p>

		doenças transmitidas por microrganismos (vírus, bactérias e protozoários) e propor atitudes e medidas para prevenção de doenças a eles associadas.	Identifica atitudes e medidas para prevenir doenças transmitidas por microrganismos.
--	--	--	--

Fonte: Secretaria Municipal de Umuarama, 2024.

5. A BIOTECNOLOGIA E OS PROGRAMAS DESENVOLVIDOS NAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE UMUARAMA – PR

Os conhecimentos científicos em biotecnologia e suas aplicações na agricultura e na educação oferecem subsídios para o professor desenvolver programas institucionais da rede municipal de Umuarama, como Agrinho, maior programa de responsabilidade social do Sistema FAEP (Federação da Agricultura do Estado do Paraná), resultado da parceria da entidade e o Governo do Paraná, por meio das secretarias estaduais e municipais da Educação, da Agricultura e do Abastecimento, da Justiça e Cidadania, da Família e Desenvolvimento Social e do Desenvolvimento Sustentável (FAEP, 2024).

A iniciativa, criada em 1995 e implementada nas escolas públicas do Paraná a partir de 1996, é fruto de uma parceria entre prefeituras, empresas e diversas instituições públicas e privadas. A iniciativa é fundamentada em uma abordagem pedagógica que integra interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, além de valorizar a pedagogia da pesquisa (Paraná, 2024). Dentro de suas coleções, especialmente em Ciências, Inovação e Ética, o programa dedica-se à exploração da biotecnologia aplicada à agricultura, sendo este conteúdo direcionado aos alunos do Ensino Fundamental das escolas públicas (Apolloni; Schwinder; Torres, 2019). Essa abordagem proporciona um entendimento mais amplo e contextualizado da biotecnologia entre os estudantes, preparando-os para lidar com desafios científicos e tecnológicos.

O Programa de Educação Ambiental do Sistema Campo Limpo (PEA, 2024), instituído em 2010, tem se destacado na promoção da educação ambiental no Paraná. Alinhado às recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e da BNCC tem como objetivo complementar os conteúdos curriculares. A proposta do PEA Campo Limpo é contribuir para o fortalecimento da consciência ambiental dos alunos, abordando o desafio dos resíduos sólidos a partir da noção de “responsabilidade compartilhada”. Ou seja, todos, família, escola, empresas e governo, temos o

compromisso de buscar soluções que minimizem os impactos causados por esses resíduos ao meio ambiente.

O PEA Campo Limpo tem como objetivos educacionais: desenvolver uma atuação pessoal criativa, consciente e respeitosa em relação ao meio ambiente, adotando práticas de preservação da natureza e reconhecendo-se como parte essencial dela; compreender a interferência de problemas ambientais na vida das pessoas e do planeta, em pequena ou grande escala, agora ou no futuro, a partir do estudo do ciclo de vida das embalagens; observar e analisar fatos e situações do ponto de vista ambiental relativos à responsabilidade compartilhada da sociedade pela gestão dos resíduos sólidos, no campo, em cidades de pequeno ou médio porte ou em metrópoles; promover posturas construtivas e ambientalmente sustentáveis na escola, em casa e na comunidade, estimulando práticas de consumo consciente (PEA, 2024).

No contexto paranaense, marcado pela forte presença da agricultura e da indústria, o PEA assume um papel estratégico. Através de diversas ações, como a realização de oficinas e a produção de materiais didáticos, o programa tem alcançado um número significativo de escolas e comunidades, promovendo a sensibilização e a participação ativa da sociedade na construção de um futuro mais sustentável (Silva *et al.*, 2023).

Neste cenário, tópicos em biotecnologia são ferramentas úteis para acessar temas transversais como ética, meio ambiente, saúde, pluralidade cultural, trabalho e consumo (Brasil, 1998). Ao mesmo tempo, a temática biotecnológica pode ser trabalhada de modo transversal com os ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU Brasil, 2015) fortalecendo e diversificando o currículo.

O Programa disponibiliza materiais em consonância com os objetivos da BNCC, cujos conteúdos também são abordados no currículo do mestrado e doutorado em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense - UNIPAR (Quadro 4).

Quadro 4: Matérias do Programa de Educação Ambiental do Sistema Campo Limpo (PEA) que visam diferentes habilidades da Base Nacional Comum Curricular.

Código	Habilidade	Material PEA	Link
EF04CI06	Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo	Kit PEA 2017, p. 11: Atividade 2 – Ciclo de vida dos produtos	https://inpevcampo limpo.org.br/espaco-do-educador/edicoes-pea/kit-pea-2017/
		Kit PEA 2016, p. 6: Atores sociais e responsabilidades	https://inpevcampo limpo.org.br/espaco-do-educador/edicoes-pea/pea-2016/
		Kit PEA 2016, p. 11: Atividade 2 – Feira de invenções	https://inpevcampo limpo.org.br/espaco-do-educador/edicoes-pea/pea-2016/
EF04CI08	Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias, fungos e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas	Kit PEA 2016, p. 4: Políticas públicas do meio ambiente.	https://inpevcampo limpo.org.br/espaco-do-educador/edicoes-pea/pea-2016/

Fonte: PEA, 2024.

Dessa forma, o conhecimento científico na área da biotecnologia contribui para o desenvolvimento dos programas supracitados, subsidiando o docente desde o aprofundamento teórico até a prática em sala de aula.

Assim, a biotecnologia pode atuar como elemento integrador no ensino de Ciências, promovendo o letramento científico, a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos escolares. Seu papel no processo de ensino e aprendizagem é o de conectar o conhecimento científico às questões do cotidiano, tornando a educação mais significativa, crítica e alinhada às competências propostas pela BNCC para a formação integral dos estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou analisar como a biotecnologia pode fortalecer o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Conhecimentos na área da biotecnologia contribuem para o aprimoramento do ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental porque favorecem o letramento científico que é a base para o aprofundamento necessário nos demais anos de escolaridade.

A integração de temas em biotecnologia no currículo escolar, conforme orientado pela BNCC, não só enriquece o conteúdo de Ciências da Natureza, mas também promove um aprendizado significativo e conectado com as realidades do século XXI. Pode promover a formação continuada de professores, com uma sólida base teórica e prática, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável e justo para todos. Ao abordar problemas reais e desenvolver soluções, a biotecnologia prepara os estudantes para serem cidadãos críticos, informados e capacitados para enfrentar os desafios futuros, sendo fundamental para promover o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Conclui-se que valorizar a biotecnologia como ferramenta educativa é uma oportunidade para transformar a sala de aula em um espaço mais dinâmico, criativo e capaz de formar cidadãos conscientes, preparados para compreender e intervir no mundo de maneira ética e responsável.

REFERÊNCIAS

APOLLONI, R. W.; SCHWINDER, A.; TORRES, P. L. **Tecendo conexões: ciências, inovação e ética**. Curitiba: SENAR AR/PR. v. 7; 52 p. 2019.

BARCELOS, Mayara C. S. *et al.* The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. **FEMS Microbiology Letters**, v. 365, n. 21, p. fny239, 2018.

BORGERDING, Lisa A.; SADLER, Troy D.; KOROLY, Mary Jo. Teachers' concerns about biotechnology education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, p. 133-147, 2013.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 30 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental; apresentação dos temas transversais. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1998. 42 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

BUCHHOLZ, Klaus; COLLINS, John. The roots - a short history of industrial microbiology and biotechnology. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97, p. 3747-3762, 2013.

CHAGAS, Euana. O estudo de Ciências aplicado nas séries iniciais: uma análise referente à interação professor-aluno. **Revista Educação Pública**, v. 22, n 36, 2022.

DAWSON, Vaille; SOAMES, Christina. The effect of biotechnology education on Australian high school students' understandings and attitudes about biotechnology processes. **Research in Science & Technological Education**, v. 24, n. 2, p. 183-198, 2006.

FAEP. Federação da Agricultura do Estado do Paraná. Curitiba, PR: Federação da Agricultura do Estado do Paraná, 2024. Disponível em: <https://www.sistемаfaep.org.br/agrinho/>. Aceso em 24 jul. 2024.

FONSECA, Maria João *et al.* Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. **Teaching and Teacher Education**, v. 28, n. 3, p. 368-381, 2012.

KAFARSKI, P. Rainbow code of biotechnology. **Chemik**, v. 66, p. 814 - 816, 2012.

KREUZ, Kelly Karine; LEITE, Fabiane. Formação pedagógica no Estágio de Docência em curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu*. **Revista Valore**, v. 6, p. 1120-1130, 2021.

KRÜTZMANN, Fábio Luis; ALVES, Deborah Karla Calegari; SILVA, Cirlande Cabral da. Os impactos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no trabalho de professores de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 29, p. e 23015, 2023.

LEUZINGER, Bruno. Biotechnology: what it is and how it helps mankind to develop. **Biofarma**, v. 3, n. 3, 2023.

ONU BRASIL, Nações Unidas no Brasil. **Transformando nosso Mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: Nações Unidas no Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 16 set. 2024.

PARANÁ. **Agência Estadual de Notícias**. Curitiba, PR: Agência Estadual de Notícias, 2024. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Estao-abertas-inscricoes-para-tres-primeiras-categorias-do-Concurso-Agrinho-2024#:~:text=O%20Agrinho%20%C3%A9%20o%20maior,Social%3B%20e%20do%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 24 jul. 2024.

PEA. **Programa de Educação Ambiental: Sistema Campo Limpo**. São Paulo, SP: InpEV, 2024. Disponível em: <https://inpevcampolimpo.org.br/o-que-e-o-pea/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

PELIZZARI, Adriana; SILVA, Ilton Santos; FELIPE, Maria Sueli Soares. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. **Revista Concilium**, v. 22, n. 4, p. 230-247, 2022.

PIRES, Ronaldo Gonçalves; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. Levantamento e análise da utilização de experimentos no ensino de ciências em contextos investigativos. **Educere**, v. 19, n. 1, 2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE UMUARAMA. **Portal Pedagógico de Umuarama**. Umuarama, PR: Secretaria Municipal de Educação, 2024. Disponível em: <https://edu.umuarama.pr.gov.br/curriculo-fundamental/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SILVA, Michele Maria da; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SILVA, Glênio Oliveira da. A pesquisa bibliográfica nos estudos científicos de natureza qualitativos. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 91-103, 2021.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Camila Correia Gabeloni Felipe: Conceitualização, Metodologia, Investigação, Redação - Preparação do rascunho original, Redação - Revisão e Edição.

Gabriel Tramontini Pereira: Metodologia, Investigação, Redação - Preparação do rascunho original.

Roberta Fernanda Rogonni Ferrari: Metodologia, Investigação, Redação - Preparação do rascunho original.

Juliana Silveira do Valle: Conceitualização, Investigação, Redação - Preparação do rascunho original, Redação - Revisão e Edição, Supervisão.