

A BIOTECNOLOGIA E A CONSTRUÇÃO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

BIOTECHNOLOGY AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY

BIOTECNOLOGÍA Y EL DESARROLLO DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Lucimar Ferreira Costa¹

Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa²

Rafael Roehrs³

Código DOI

Resumo

A Biotecnologia, por seu caráter interdisciplinar e por sua presença crescente no cotidiano, constitui um campo privilegiado para a promoção do letramento científico na educação básica. Este artigo tem como objetivo discutir como e por que a Biotecnologia pode atuar como eixo estruturante para o desenvolvimento do letramento científico no ensino de Ciências, especialmente no Ensino Médio. A abordagem adotada é de natureza teórica e bibliográfica, fundamentada em autores que discutem letramento científico, ensino de Ciências, Biotecnologia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, além de documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular. A análise evidencia que o ensino da Biotecnologia, ao articular conhecimentos científicos, contextos históricos, dimensões éticas e implicações sociais, favorece a compreensão crítica da ciência como construção humana e dinâmica. Os resultados indicam que a inserção intencional da Biotecnologia no currículo contribui para o desenvolvimento de competências como argumentação, tomada de decisão, análise de evidências e posicionamento crítico diante de questões sociocientíficas contemporâneas. Conclui-se que a Biotecnologia ultrapassa o papel de conteúdo específico, configurando-se como um eixo formativo essencial para o fortalecimento do letramento científico e para a formação de cidadãos críticos e socialmente responsáveis.

Palavras-chave: Biotecnologia. Letramento científico. Ensino de Ciências. Educação básica. CTS.

Abstract

We present here the guidelines for formatting and submitting articles. The abstract should be between 650 and 1000 characters. The text must be justified, in Calibri 12, single-spaced, and written in a single

¹ Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil. Email: lucimarcostabio@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2084-9648>

² Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil. Email: smpedrosa@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8844-2043>

³ Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil. Email: rafaelroehrs@unipampa.edu.br | Orcid:

paragraph, providing sufficient information to state the general theme, research approach, and main results. This document serves as a reference for article formatting, which will be reproduced as submitted by the authors. The first page must contain the header, the title in Portuguese, and its English and Spanish versions, along with the keywords.

Keywords: *Include words. From 3 to 5 words. Separated by periods.*

Resumen

Aquí presentamos las directrices para el formato y envío de artículos. El resumen debe tener entre 650 y 1000 caracteres. El texto debe estar justificado, en Calibri 11, con espaciado simple, y en un solo párrafo, suficiente para exponer el tema general, el enfoque de la investigación y sus principales resultados. Este documento sirve como referencia para el formato del artículo, que será reproducido tal como lo envíen los autores. La primera página debe contener el encabezado, el título en portugués y sus versiones en inglés y español, acompañado de las palabras clave..

Palabras clave: *Incluir palabras. De 3 a 5 palabras. Separadas por punto.*

Introdução

A Biotecnologia é uma área multidisciplinar do conhecimento, composta por uma diversidade de técnicas e inovações, com benefícios voltados à melhoria da vida humana. Nas duas últimas décadas, ela tem se destacado por oferecer soluções a questões e demandas da humanidade. Depositam-se nela inúmeras expectativas para resolver problemas de ordem social, como os relacionados à saúde humana, à produção de alimentos, aos desastres ambientais, entre outros. Dado seu impacto significativo na sociedade contemporânea, sua inclusão no currículo da educação básica é essencial, não apenas nas áreas de conhecimento relacionadas às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, conforme proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), mas também abrangendo as Ciências Humanas e Sociais, as quais contribuem fortemente para a promoção da dialogicidade sobre questões socioéticas e ambientais na sociedade atual. Já no ensino de Ciências, existem possibilidades de apropriação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) com base em interesses e objetivos próprios do Ensino Médio, seja na pesquisa ou na prática docente, contextualizando e interpretando as diferentes aplicações dos conteúdos científicos, biológicos e tecnológicos. Por envolver temas diretamente relacionados ao cotidiano e a questões contemporâneas, como vacinas, transgênicos, clonagem, engenharia genética, bioética e sustentabilidade, a Biotecnologia oferece um campo privilegiado para o desenvolvimento do

letramento científico, que envolve a capacidade de compreender, interpretar e avaliar criticamente informações científicas, participando de debates e de posições fundamentadas.

Com isso a Biotecnologia, por sua natureza inter e transdisciplinar, amplia a compreensão científica e favorece práticas educativas alinhadas à perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Ao articular ciência e cotidiano por meio de temas contemporâneos, oferece múltiplas possibilidades formativas. Por isso, constitui o foco central desta discussão, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e socialmente responsáveis.

Assim, este artigo tem como objetivo discutir como e por que a Biotecnologia pode constituir um eixo estruturante para o desenvolvimento do letramento científico na educação básica, defendendo a tese de que sua abordagem no ensino de Ciências potencializa a formação de cidadãos críticos diante dos desafios sociocientíficos contemporâneos. Para tal, adota-se uma abordagem de natureza teórica e bibliográfica, fundamentada em autores que discutem letramento científico, ensino de Ciências, Biotecnologia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, além de documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular.

Letramento Científico

Atualmente, a Ciência e a Tecnologia assumem um papel central, ao proporcionarem soluções para questões cotidianas e coletivas, além de ampliarem o conhecimento acerca da natureza, da vida em sociedade e do próprio modo de viver humano. Contudo, percebe-se que, embora tais conhecimentos estejam amplamente presentes no cotidiano, grande parte da população ainda não os mobiliza de forma prática e crítica em situações simples. Esse descompasso reforça a necessidade de a Educação assumir a responsabilidade de promover o letramento científico, de modo a formar cidadãos capazes de compreender fenômenos, analisar dados e tomar decisões conscientes fundamentadas no conhecimento científico (Brasil, 2018).

O letramento científico refere-se à capacidade de compreender, interpretar e aplicar conceitos científicos em contextos variados, promovendo uma postura crítica, reflexiva e participativa diante das questões que envolvem ciência e tecnologia na sociedade. Segundo Chassot (2018), trata-se de tornar o

conhecimento científico acessível e significativo, para que o indivíduo possa não apenas consumir ciência, mas também questioná-la, argumentar sobre ela e tomar decisões informadas. Com isso, o letramento científico ultrapassa o domínio de conteúdos escolares e passa a integrar uma competência cidadã, essencial para o enfrentamento dos desafios contemporâneos, como os relacionados à sustentabilidade, saúde pública e biotecnologia. Desenvolver essa competência exige uma abordagem interdisciplinar, investigativa e contextualizada, na qual o ensino de ciências dialogue com a realidade dos estudantes e os prepare para interagir criticamente com o mundo ao seu redor (Cachapuz *et al.*, 2011; Krasilchik, 2019).

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) orienta que a escola deve favorecer o letramento científico, ajudando os estudantes a entender e intervir no mundo com base em princípios da ciência. Assim, o ensino deve garantir o acesso aos conhecimentos científicos produzidos ao longo da história e a aproximação aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Esse direcionamento é uma condição para o desenvolvimento do letramento científico, por meio do qual o estudante assume um papel de sujeito investigador, mobilizando o conhecimento com autonomia intelectual e consciência crítica para compreender e transformar a realidade. Nesse sentido, a prática pedagógica deve estar articulada à promoção do letramento científico, reforçando o protagonismo discente e a necessidade de que a investigação, a experimentação e a comunicação científica integrem a rotina educativa.

O letramento científico pode ser definido sob várias dimensões. Ele vai “do entendimento de princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas à ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público” (Santos, 2007, p. 480). Já segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP, 2010, p. 1), envolve “o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas”.

Constituindo-se como elemento estratégico no ensino contemporâneo, o letramento científico não se limita à transmissão de conteúdos, mas enfatiza a construção de sujeitos críticos, reflexivos e ativos frente à realidade. De Macêdo e Vale-Silva (2024) compreendem o letramento científico como uma formação crítica e reflexiva, construída por meio de práticas escolares contextualizadas. Veiga e Palcha

(2023), por sua vez, evidenciam a articulação entre saberes científicos e práticas investigativas, utilizando a biotecnologia como eixo integrador. Do ponto de vista pedagógico, De Macêdo e Vale-Silva (2024) propõem metodologias ativas, problematização e integração entre ciência e realidade social como estratégias para fomentar o letramento científico. Veiga e Palcha (2023) apresentam uma sequência didática estruturada em três momentos — problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação — fundamentada na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com ênfase no protagonismo estudantil. Mello e Pralon de Souza (2025), por sua vez, apontam que, embora a avaliação educacional nacional destaque o conhecimento científico, ainda falha em contemplar plenamente as dimensões formativas e cidadãs do letramento.

Esse conjunto de estudos fortalece a visão de que o letramento científico não se limita ao aprendizado de conteúdo de ciências, mas que, por meio deles, torna-se possível compreender fenômenos, formular e testar hipóteses, interpretar evidências e, assim, intervir de modo crítico na realidade. Como evidenciam os autores citados, esse processo requer ambientes de aprendizagem com metodologias ativas, foco em investigação e problematização, bem como instrumentos de avaliação que valorizem a participação social. Com isso, a escola deixa de ser apenas transmissora de conteúdos para tornar-se espaço de formação de cidadãos letrados cientificamente e capazes, como destacam Mello e Pralon de Souza (2025), de participar crítica e ativamente da sociedade. Dessa forma, o letramento científico configura-se como essencial para a formação de estudantes que sejam capazes de intervir de modo consciente e responsável em uma sociedade cada vez mais permeada por questões científicas e tecnológicas.

A Biotecnologia e a sua dimensão sócio-histórica

Embora a tecnologia venha sendo parte integrante do desenvolvimento histórico da humanidade (Hoogland *et al.*, 2018), a aceleração e a amplitude das inovações destacam a Biotecnologia como um conjunto de conhecimentos técnicos e procedimentos científicos e aplicados, que permitem a utilização direta ou indireta de organismos e de suas partes na produção de bens de interesse humano. O letramento científico é fundamental para possibilitar a compreensão crítica dessas transformações,

considerando o conhecimento científico como uma construção social e temporal e não um conjunto de verdades pré-estabelecidas.

De acordo com o documento proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU) acerca da Convenção sobre Diversidade Biológica, ocorrida em 1992 no Brasil, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 2 de 3 de fevereiro de 1994 e revisada em 2015, no seu Artigo 2, para definição de termos, Biotecnologia significa “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (Brasil, 1994; 2020, p. 2). Todavia, pode-se perceber que ela abrange uma infinidade de áreas muito além da sua definição teórica (Malajovich, 2017; Cavalli, 2020). Por ter esse caráter multifacetado, a Biotecnologia oferece oportunidades para a integração de diferentes áreas do saber, o que favorece abordagens interdisciplinares no ensino de ciências, fortalecendo o letramento científico. Aplicações como vacinas, organismos geneticamente modificados e processos industriais baseados em biotecnologia mostram o impacto da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, reforçando a relevância da capacidade de análise crítica dessas influências, competência central do letramento científico.

Desse modo, surgem discussões éticas em torno da Biotecnologia em seu contexto histórico, as quais “trazem ao século XXI uma quebra de paradigmas” (Reusing, 2022, p. 102) e geram diversas polêmicas, incluindo entraves conceituais, econômicos e sociais. Esse cenário está relacionado à definição da Biotecnologia, compreendida tanto como uma prática social quanto como um campo científico voltado à manipulação de tecnologias com objetivo de gerar benefícios e promover inovações em prol da sociedade (Malajovich, 2017; Harari, 2020; Pelizzari; Silva; Felipe, 2022). No ambiente escolar, a inclusão de debates éticos e sociais amplia as possibilidades de reflexão crítica, promovendo o posicionamento argumentativo e a compreensão das implicações da ciência — pontos importantes para o processo de letramento científico.

À vista disso, a diferença entre a Biotecnologia do século XX e a do século atual não se limita aos princípios aplicados, mas envolve, sobretudo, os avanços nos processos técnicos. Nesse sentido, Borém (2005) apresenta uma nova perspectiva da Biotecnologia moderna, destacando seu papel na superação de barreiras históricas entre os estudos científicos, que atualmente vêm sendo transpostas por pesquisas

em nível molecular. Essa evolução evidencia a importância de se abordar a Biotecnologia no contexto educacional, pois seu ensino pode contribuir para a compreensão da natureza dinâmica e evolutiva do conhecimento, aspecto essencial ao letramento científico.

A nomenclatura “Biotecnologia” é relativamente recente, utilizada pela primeira vez em 1919 por Karl Ereky, um engenheiro agrônomo húngaro que buscou substituir práticas tradicionais da agroindústria por abordagens fundamentadas no conhecimento científico. Segundo Malajovich (2012, p. 27), em 1919, Ereky definiu, pela primeira vez, o conceito de Biotecnologia como “ciência dos métodos que permite a obtenção de produtos a partir de matéria-prima, por meio da intervenção de organismos vivos⁴”. Para ele, a era da bioquímica substituiria a idade da pedra e do ferro. O conceito de Biotecnologia pode ser utilizado para promover discussões sobre como o conhecimento científico é socialmente construído. Essas discussões são fundamentais para o desenvolvimento do letramento científico, pois permitem compreender a ciência como uma prática histórica, situada e em constante transformação.

Para Hoogland *et al.* (2018, p. 311), o uso de tecnologias pela sociedade não é algo novo, “o que é novo é o fato de que as tecnologias estão sendo ‘projetadas’ e ‘incorporadas’ em organizações que afetam todos os aspectos da existência”, influenciando de maneira significativa a expressão da vida humana. Nos últimos trinta anos, observa-se que as pesquisas em Biotecnologia têm avançado não apenas no desenvolvimento de métodos de aplicação biológica, mas também na utilização de processos físicos, químicos e matemáticos, evidenciando seu caráter interdisciplinar, integrando diversas áreas das Ciências da Natureza e suas tecnologias. Essa perspectiva fortalece o letramento científico ao articular múltiplas linguagens e formas de pensamento científico, promovendo uma compreensão mais ampla e crítica da ciência e de suas aplicações na resolução de problemas reais.

Conforme Morin (2021, p. 34), “o dinamismo da ciência” se manifesta na produção científica por meio de marcos como as descobertas de Gregor Mendel sobre hereditariedade, os estudos de Louis Pasteur que levaram ao reconhecimento dos microrganismos, a revelação da estrutura helicoidal do DNA por Watson e Crick (Malajovich, 2016) e o desenvolvimento e a produção de vacinas no Brasil,

⁴ Tradução nossa do original: “la ciencia de los métodos que permiten la obtención de productos a partir de materia prima, mediante la intervención de organismos vivos”.

amplamente estruturado e difundido pelo médico sanitarista Oswaldo Cruz. A Biotecnologia, portanto, expande cada vez mais sua abrangência, consolidando-se tanto em pesquisas realizadas no Brasil quanto no cenário global. Ao incluir esses marcos históricos nas práticas pedagógicas, amplia-se a compreensão da ciência como construção humana, inacabada e coletiva, contribuindo com a percepção da ciência como processo contínuo de construção, elemento-chave do letramento científico.

Devido à sua natureza interdisciplinar, a Biotecnologia articula conhecimentos de Engenharia, Química e Biologia, originando campos como Engenharia Bioquímica, Química Industrial e Biologia Molecular (Kafarski, 2012; Malajovich, 2016; Pelizzari; Silva; Felipe, 2022). Essa natureza multidisciplinar permite à Biotecnologia expandir seu campo de aplicação, impactando diferentes setores produtivos organizados em torno de atividades de inovação e desenvolvimento tecnológico (Veríssimo *et al.*, 2020), evidenciando seu potencial como tema estruturante nos processos de ensino e aprendizagem. No contexto educacional, essas áreas podem ser abordadas em projetos que explorem desde processos de fermentação até o desenvolvimento de materiais biotecnológicos, possibilitando aos estudantes compreenderem a aplicação integrada das ciências na solução de problemas reais. Assim, sua inserção curricular contribui para o letramento científico, ao promover a articulação entre diferentes saberes, estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e possibilitar a aplicação prática de conceitos científicos.

Afonso e Afonso (2019, p. 53) afirmam que “os conceitos científicos, por serem abstratos, são terrenos férteis para o uso de metáforas” que, na concepção de Lakoff (2002), são expressões imaginárias, fora do comum e derivam de um processo de natureza cognitiva sendo mais do que meras expressões linguísticas. Para o autor, a experiência sensório-motora permite elaborar conceitos abstratos diante de conceitos palpáveis, que se “baseia em esquemas imagéticos – padrões de movimento espacial [...], de manipulação de objetos e interação com outras entidades [...]” (Afonso; Afonso, 2019, p. 52). Essas observações reforçam a ideia de que o sistema conceitual humano é metafórico por natureza (Lakoff, 2002).

O uso de metáforas no ensino da Biotecnologia revela-se um importante recurso didático pois permite a representação de ideias complexas por meio de associações mais concretas e familiares. Essa

abordagem possibilita que conceitos abstratos adquiram significado por meio de analogias com experiências cotidianas, favorecendo compreensões mais profundas e duradouras.

No entendimento de Afonso e Afonso (2019, p. 52), “é essencialmente através da linguagem que se constrói e se representa a experiência do mundo que nos rodeia”. Essas palavras corroboram as concepções de Chassot (2018, p. 275) de que devemos “procurar fazer imagens de um mundo quase imaginário”. Como a Biotecnologia é uma ciência com conceito abstrato, o seu entendimento perpassa pela compreensão de produções imagéticas que traduzam a sua leitura de forma visual, como bem aponta Aumont (1995, p. 260): “A imagem se define como um objeto produzido pela mão do homem [...] sempre para transmitir a seu espectador, sob forma simbolizada, um discurso sobre o mundo real”. Igualmente, Crary (2012, p. 12) reverbera que a tecnologia está impactando diretamente a forma como o observador visualiza a imagem: “Cada vez mais a visualidade situar-se-á em um terreno cibernético e eletromagnético em que elementos abstratos, linguísticos e visuais coincidem, circulam, são consumidos e trocados em escala global”.

De certa forma, o posicionamento de Aumont (1995) e Crary (2012) convergem ao de Santaella (2012, p. 15), pois esta aponta que “as imagens são chamadas de representações”. Por isso, é essencial que os estudantes, além de utilizarem as imagens produzidas por meio das tecnologias digitais para a leitura visual, também sejam estimulados a construírem por si só suas próprias imagens. Isso porque “são importantes recursos que podem auxiliar a explicação de conceitos científicos abstratos e também possibilitar a representação da compreensão dos estudantes sobre o conceito estudado” (Albuquerque; Sá; Carneiro-Leão, 2014, p. 2), principalmente aqueles que envolvem o tema Biotecnologia, tão em voga no contexto socioambiental atual. Destaca-se que “uma das funções da imagem é a de estabelecer uma relação com o mundo, tentando explicar pelas visualidades, por um discurso não verbal, o lugar que as coisas e as pessoas ocupam na trama social” (Pedrosa; Costa, 2017, p. 86).

Pedrosa e Costa (2017) apontam que percebemos aquilo para o qual somos instruídos a observar, conforme os padrões de visualidade definidos por aspectos sociais, históricos e culturais. Nessa perspectiva, a utilização de imagens voltadas para o ensino e aprendizagem pode se tornar uma estratégia pedagógica interessante para a construção e consolidação desses conceitos científicos abstratos, como

bem pontuados anteriormente por Albuquerque, Sá e Carneiro-Leão (2014). Como seres históricos, temos a capacidade de intervir no mundo e, portanto, de conhecer esse mundo.

Veríssimo *et al.* (2020) destacam o amplo reconhecimento da relevância dos estudos multidisciplinares direcionados ao ensino da Biotecnologia na educação. A BNCC inspira a uma análise da diversidade biológica e a sua relação simbiótica com o meio ambiente, em que se aplica uma gama de conhecimentos nas áreas de Biotecnologia (Brasil, 2018).

A Biotecnologia no Ensino Médio

Por meio de um panorama histórico e contextual, busca-se apresentar uma discussão teórica que contribua para a compreensão tanto do ensino quanto do avanço da Biotecnologia na educação básica.

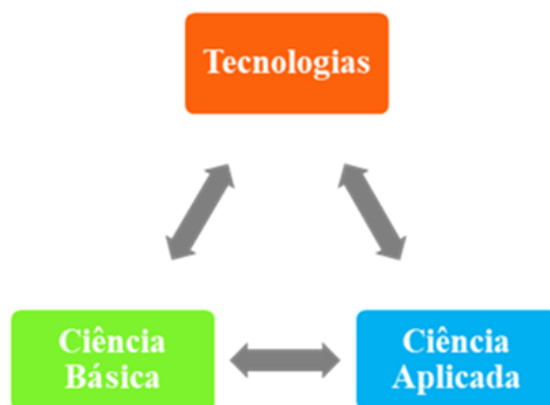
A sociedade tem vivenciado inúmeras transformações socioculturais e econômicas impulsionadas pelo desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia ao longo do tempo. Malajovich (2017) destaca que um dos grandes avanços científico-tecnológicos das últimas décadas está relacionado ao desenvolvimento de Bioprocessos, também conhecidos como processos biotecnológicos, assim como à sua difusão, que ultrapassou os limites dos centros de pesquisa, permitindo um acesso mais amplo ao conhecimento científico. Para ela, o ensino de Biotecnologia busca fomentar, tanto nos indivíduos quanto na sociedade, uma cultura científico-tecnológica essencial para a compreensão de suas possibilidades e limitações, permitindo seu uso em benefício da qualidade de vida humana.

A evolução histórico/social indica que a Biotecnologia foi construída em uma rede complexa de conhecimentos, em um processo de complementação e entrelaçamento com a Ciência e Tecnologia. As grandes transformações sociais promovidas pela interconexão dessas áreas constituem a base para a apropriação de saberes, disponibilizados por informações cada vez mais dinâmicas, impondo novos objetivos e desafios às diferentes esferas sociais (Malajovich, 2017).

A Figura 1 ilustra a concepção de Biotecnologia, resultante da interconexão entre a ciência básica – representada por áreas como biologia celular, microbiologia e genética –, a ciência aplicada – por meio

de técnicas bioquímicas, biofísicas e imunológicas – e outras tecnologias, como robótica, informática, bioprocessos e purificação, entre outras (Malajovich, 2017).

Figura 1 – Concepção do conceito de Biotecnologia



Fonte: Adaptado de Malajovich (2017)

A BNCC declara um compromisso “com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e de forma cidadã” (Brasil, 2018, p. 537). Seu intuito é envolver aspectos sociais e valores humanos, pois a preocupação com a “formação integral” dos estudantes, segundo Bacich e Holanda (2020), está pautada em uma formação que promova o desenvolvimento de cidadãos criativos, aptos a utilizar o conhecimento para construir argumentos, solucionar problemas de maneira crítica e fundamentada, além de atuar de forma transformadora na sociedade, pautando-se na responsabilidade social, no autocuidado, na empatia e na colaboração com seus pares.

Portanto, a formação do estudante deve perpassar pelo desafio da educação científica e tecnológica proposto no currículo de Ciências, em que o conhecimento científico pode ser apresentado como uma constante transformação dinâmica, contribuindo para a formação do pensamento reflexivo na tomada de decisões responsáveis (Krasilchik, 2019).

Dessa forma, a Biotecnologia, por toda a importância que representa, merece uma posição de destaque como um componente curricular imprescindível às disciplinas de Ciências no ensino fundamental e Biologia no Ensino Médio, considerando que, assim como o Brasil, outros países há tempo adotaram o tema ao currículo do ensino de Ciências (Borgerding; Sadler; Koroly, 2013; Brasil, 2006; Peterman *et al.*, 2014).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), o processo de ensino e aprendizagem da Biologia deve comprometer-se com “a compreensão de que a ciência não tem respostas [...] para tudo, sendo uma das suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar” (Brasil, 2006, p. 20). Além disso, essa aprendizagem deve entender que os modelos científicos podem explicar o que pode ser observado diretamente e o que se pode inferir. Ainda sugere que:

o conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (Brasil, 2006, p. 39).

O ensino de Ciências demanda que o professor se envolva com ideias e valores relacionados ao currículo, às estratégias pedagógicas e à avaliação. O conhecimento de cada um desses aspectos determina o conteúdo a ser ensinado, como é ensinado e como os resultados são verificados. De acordo com Cachapuz *et al.* (2011, p. 73), “as concepções de ciência que os professores possuem têm implicações no modo como a ensinam”.

Nesse contexto, o papel da pesquisa no ensino de Ciências é selecionar e assimilar as inferências do conhecimento desses aspectos para a sua prática. O estudo centrado nas particularidades da construção do conhecimento científico irá resultar em uma melhor compreensão dos dilemas enfrentados conjuntamente por professor e aluno (Krasilchik, 2019). As questões desempenham um papel fundamental na orientação do professor na estruturação de seu planejamento, uma vez que o ensino de Ciências requer reflexão e envolve múltiplas tomadas de decisão (Ruppenthal; Schetinger, 2017) ao longo do processo de ensino e aprendizagem para a educação científica.

Um desafio das pesquisas que envolvem a alfabetização científica está relacionado à dificuldade em mensurar o nível de apropriação da educação científica pela população sistematicamente escolarizada. Isso se mostra um objeto de profunda preocupação não apenas pelo Brasil, mas também por outros países.

Em vista disso, foram desenvolvidos sistemas de avaliações comparativos em larga escala por entidades internacionais com grandes proporções, como o *International Program for Student Assessment* (PISA)⁵ desenvolvido pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avaliam três domínios essenciais: Leitura, Matemática e Ciências. Há também o *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS)⁶ que revela a avaliação de desempenho dos estudantes em Matemática e Ciências, promovida pela *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) (Brasil, 2018). Tais programas avaliam o desempenho dos estudantes na área de Ciências da natureza e suas tecnologias, cujos pressupostos estão voltados à sua formação crítica para a tomada de decisões conscientes.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), representando o Brasil na Assembleia Geral da IEA, iniciou as tratativas em 2020 para integrar o grupo de países que participaram da avaliação do Estudo Tendências em Matemática e Ciências, o TIMSS, em 2023. Sua finalidade é traçar um panorama para aclarar todo o sistema da educação básica do país voltado ao ensino das Ciências, uma vez que os estudantes brasileiros não participam desse programa de avaliação desde os anos de 1990 (Brasil, 2020).

Uma das demandas advindas do ensino da Biologia é a inserção da Biotecnologia em uma abordagem sócio crítica no contexto educacional, pois é necessária à sua definição teórica para viabilizar o entendimento de suas ações práticas. A adoção das concepções, ideias, percepções e representações

⁵https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf.

⁶ <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/inep-representa-o-brasil-na-assembleia-geral-da-iea>.

da alfabetização científica no ensino de Ciências tem sido um indicador do ponto de partida para nortear o ensino do tema Biotecnologia.

Considerando esses aspectos, a Biotecnologia presente no cotidiano social surge como um tópico em crescente desenvolvimento. Porém, ao mesmo tempo, ela desafia o público levantando muitas questões controversas, envolvendo princípios éticos e morais, que são influenciados e dependem da compreensão da sociedade sobre o tema. Isso porque, desde os primórdios da humanidade, o homem trabalha e manuseia produtos biotecnológicos. No entanto, a vida moderna tem sido envolvida em um cenário crescente de questionamentos no que diz respeito às tecnologias que manipulam material genético, assim como os riscos e benefícios resultantes dessas manipulações para o ser humano e a própria sociedade.

De acordo com as concepções de Pelizzari, Silva e Felipe (2022) para a educação básica, mais expressivamente no Ensino Médio, o ensino da Biotecnologia acompanha as principais abordagens formativas que dialogam com as tendências educacionais contemporâneas. Embora essas tendências não sejam necessariamente recentes do ponto de vista teórico e metodológico, sua efetiva implementação ainda está distante do ideal, especialmente no que se refere à ressignificação das práticas docentes e à relação entre ensino e aprendizagem. Conforme indicado na BNCC, ao adquirir esse conhecimento, o estudante poderá compreender os impactos da Biotecnologia na qualidade de vida das pessoas, assim como as transformações sociais resultantes de sua aplicação em diferentes campos do saber científico.

Portanto, fica evidente que o papel da educação científica no ensino da Biotecnologia é crucial, uma vez que o conhecimento científico-tecnológico se configura como um dos pilares essenciais para o desenvolvimento social, cultural e econômico nas sociedades contemporâneas (Costa, 2018).

Nessa perspectiva, Malajovich (2017) aponta que, uma vez bem informados acerca das aplicações práticas da Biotecnologia na sociedade, os estudantes têm condições de argumentarem sobre os processos que se relacionam à saúde humana, à agricultura e ao meio ambiente. Pode-se assim promover um entendimento mais elaborado do mundo em que vivem, “de forma a serem capazes de participar em

debates públicos e tomar decisões fundamentadas e atitudes críticas relativas a esta área do conhecimento” (Meireles; Gomes, 2018, p. 66).

De acordo com Harari (2020, p. 49), os processos biotecnológicos “investigam os sistemas microbiológicos, fisiológicos e genéticos responsáveis pelas doenças e [...] desenvolvem novos remédios e tratamentos revolucionários”. Desse modo, embora a Biotecnologia esteja associada às ciências exatas e biológicas, ela tem merecido um olhar mais incisivo das humanidades, diante dos desafios da contemporaneidade e frente aos diálogos sociais promovidos no campo da regulamentação, dos aspectos bioéticos e das implicações sócio morais que envolvem inúmeras temáticas, tais como a Terapia Gênica com a manipulação de Células-Tronco Embrionárias, a Tecnologia Transgênica e a Técnica do DNA recombinante, pesquisas que resultam de descobertas científicas.

Assim sendo, a Biotecnologia não é somente uma ciência, nem um conjunto de artefatos e normas técnicas à disposição dos seres humanos, mas um modo de vida e um dispositivo da cultura (Hoogland *et al.*, 2018). Nessa perspectiva, sua herança mais valorosa para a humanidade está na normatização das políticas públicas e na compreensão da própria sociedade contemporânea, que tem a Ciência e Tecnologia como um dos seus eixos fundamentais.

Em termos práticos, a Biotecnologia pode ser explorada no Ensino Médio por meio de projetos interdisciplinares que integrem Biologia, Química e Sociologia, como a investigação sobre os impactos dos alimentos transgênicos na saúde e no meio ambiente. Outra possibilidade é o desenvolvimento de sequências didáticas que envolvam simulações de produção de vacinas ou fermentações industriais, nas quais os alunos participam ativamente da coleta de dados, da análise de resultados e da discussão ética sobre os impactos sociais dessas tecnologias. Essas práticas favorecem o desenvolvimento do letramento científico, ao promoverem a compreensão crítica dos processos científicos e a capacidade de tomar decisões fundamentadas com base em evidências.

Atividades como debates argumentativos sobre clonagem, uso de células-tronco ou bioética ambiental também fortalecem competências associadas ao letramento científico, como o pensamento crítico, a argumentação e a reflexão ética. Além disso, a produção de podcasts, vídeos explicativos ou

infográficos sobre aplicações da Biotecnologia no cotidiano constitui uma estratégia didática alinhada às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), conforme previsto na BNCC, permitindo que os estudantes expressem e compartilhem sua compreensão científica de maneira criativa e socialmente relevante.

Considerações Finais

Assim, este artigo teve como objetivo discutir como e por que a Biotecnologia pode constituir um eixo estruturante para o desenvolvimento do letramento científico na educação básica, defendendo a tese de que sua abordagem no ensino de Ciências potencializa a formação de cidadãos críticos diante dos desafios socio científicos contemporâneos.

A discussão apresentada ao longo do texto evidenciou que a Biotecnologia, por sua natureza interdisciplinar e seu impacto direto sobre a vida cotidiana, constitui um campo privilegiado para a promoção do letramento científico na educação. Ao abordar temas como vacinas, transgênicos, melhoramento genético, clonagem, bioética e sustentabilidade, a Biotecnologia oferece situações concretas para que os estudantes mobilizem conhecimentos científicos, analisem informações, interpretem evidências e desenvolvam posicionamentos críticos diante de controvérsias sociocientíficas.

Compreender a Biotecnologia implica não apenas conhecer técnicas e processos laboratoriais, mas também refletir sobre suas implicações sociais, éticas, econômicas e ambientais. Essa abordagem amplia o papel formativo do ensino de Ciências, ao deslocá-lo da simples transmissão de conteúdos para uma perspectiva que integra Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nesse movimento, o estudante é convidado a ler o mundo, interpretar fenômenos contemporâneos e participar de debates públicos fundamentados — dimensões essenciais do letramento científico. Portanto, a presença da Biotecnologia no currículo contribui para fortalecer práticas pedagógicas que desenvolvem autonomia intelectual, argumentação, pensamento crítico e tomada de decisão. Pela crescente complexidade dos problemas sociocientíficos, promover o letramento científico torna-se uma tarefa urgente e indispensável para a formação de cidadãos capazes de compreender e intervir em questões que atravessam suas vidas.

Desse modo, a Biotecnologia não deve ser compreendida apenas como conteúdo, mas como um eixo estruturante para o desenvolvimento do letramento científico, oferecendo oportunidades para que os estudantes articulem saberes, avaliem evidências, reflitam sobre dilemas éticos e participem, de forma crítica e informada, de discussões que impactam o presente e o futuro da sociedade. A ampliação dessa perspectiva no ensino de Ciências representa um caminho promissor para consolidar processos educativos mais significativos, contextualizados e socialmente relevantes.

Referências

- AFONSO, Susana; AFONSO, Ana Sofia. A linguagem nos museus: contributos de uma abordagem linguística para o estudo da comunicação de ciência. In: ROCHA, Marcelo Borges; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de. (org). **Divulgação científica: textos e contextos**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 49-61.
- ALBUQUERQUE, Teresa Cristina Cavalcante de; SÁ, Rosonilta Germano Bezerra de; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. A importância da habilidade de leitura de imagens para a compreensão de conceitos científicos. **Revista da SENBio**. N. 7, V Enebio e II Erebio Regional 1, 2014.
- AUMONT, Jacques. **A imagem**. Campinas: Papirus, 1995.
- BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BORGERDING, Lisa. A.; SADLER, Troy. D.; KOROLY, Mary. Jo. Teachers' Concerns About Biotechnology Education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, n. 2, p. 133-147, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9382-z>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BORÉM, Aluizio. Meio Ambiente. Entrevista concedida a KL3 Publicações Ltda. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**. Brasília, n. 34, p. 4-6, janeiro/junho de 2005. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/helidamesquita/disciplinas/agricultura-geral/revista-biotecnologia-ciencia-e-desenvolvimento>. Acesso em: 06 de jun. 2022.
- BRASIL. Decreto Legislativo nº 2, de 03 de fevereiro de 1994. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1994/decretolegislativo-2-3-fevereiro-1994-358280-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em 26 de dez. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book-volume-02-internet.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 mai. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF: 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-185br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em 26 de dez. 2022.

CACHAPUZ, António.; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAVALLI, Ronaldo Oliveira. Introdução à Biotecnologia marinha. In: THOMPSON, Fabiano; THOMPSON, Cristiane (Org.) **Biotecnologia marinha**. Rio Grande: Ed. FURG, 2020. Disponível em:
<https://cienciasdomarbrasil.furg.br/images/livros/LibroBiotecnologia.pdf>. Acesso em 20 junho de 2022.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018.

COSTA, Lucimar Ferreira. **A Webquest como recurso educacional para o ensino do tema biotecnologia**. 2018. 127f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2018. Disponível em:
<https://tede.unigranrio.edu.br/bitstream/tede/352/5/Lucimar%20Ferreira%20Costa.pdf>. Acesso em 03 de junho de 2020.

CRARY, Jonathan. A modernidade e os problemas do observador. In: **Técnicas do observador**: visão e modernidade do Séc. XIX. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012. p. 11-32.

DE MACÊDO, Monique Wanderley; VALE-SILVA, Priscila. LETRAMENTO CIENTÍFICO NA ESCOLA: potencial formativo da Feira de Ciências. **Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 4–28, 2024. DOI: 10.36732/riep.v6i1.337. Disponível em:
<https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIEP/article/view/337>. Acesso em: 15 out. 2025.

HARARI, Yuval Noah. **Notas sobre a pandemia**: e breves lições para o mundo pós-coronavírus. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

HOOGLAND, Jan; DER STOEP, Jan Van; DE VRIES, Marc J.; VERKERK, Maarten Johannes. **Filosofia da tecnologia**: uma introdução. Viçosa, MG: Ultimato, 2018.

INEP. Ministério da Educação. **INEP**. Brasília, DF: 2010. Disponível em:
https://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento_cientifico.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

KAFARSKI, Pawet. Rainbow code of biotechnology. **Chemik**, Wrocław, v. 66, n. 8, p. 814–816, 2012.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de Biologia**. 4 ed. rev. e ampl. 6. reimpr. São Paulo: EdUSP, 2019.

LAKOFF, George. **Metáforas da vida cotidiana**. Campinas: Mercado das Letras, 2002.

MALAJOVICH, Maria Antonia Muñoz de. **Biotecnologia**. 2 ed. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2012. Disponível em:
https://www.academia.edu/41573632/Biotecnologia_2ed_esp_Maria_Antonia_Munoz_Malajovich. Acesso em 03 de mai. 2021.

MALAJOVICH, Maria Antonia Muñoz de. **Biotecnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: BTeduc, 2016. Disponível em:
https://www.academia.edu/36412650/MARIA_ANTONIA_MALAJOVICH_BIOTECNOLOGIA_Segunda_Edi%C3%A7%C3%A3o_2016. Acesso em 03 de mai. 2021.

MALAJOVICH, Maria Antonia Muñoz de. **O ensino de biotecnologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/36412651/Malajovich_-_Ensino_de_Biotecnologia-_2017.pdf. Acesso em 03 mai. 2021.

MEIRELES, Bianca Navarro Marinho; GOMES, Gutemberg Alves. Desenvolvimento e avaliação de material didático tátil sobre o ensino de biotecnologia para alunos deficientes visuais e videntes do ensino médio. In: COELHO, Francisco José Figueiredo; FRANCISCO, Gildete da Silva Amorim Mendes. **Cadernos de Ensino de Ciências, Saúde e Biotecnologia**. 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2018. p. 63-73.

MELLO, Larissa Guedes; PRALON DE SOUZA, Lucia Helena. Exame Nacional do Ensino Médio: análise das questões de Biologia sob a ótica do letramento científico. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 240–262, 2025. DOI: 10.46667/renbio.v18i1.1715. Disponível em:
<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/1715>. Acesso em: 15 out. 2025.

MORIN, Edgar. **É hora de mudarmos de via**: lições do coronavírus. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.

PEDROSA, Stella Maria Peixoto de Azevedo; COSTA, Ana Valéria de Figueiredo da. Fotografia e educação: possibilidades na produção de sentidos dos discursos visuais. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 1, p. 78-94, Jan./Abril, 2017. Disponível em:
https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/5262/pdf_1. Acesso em: 20 nov. 2022.

PELIZZARI, Adriana; SILVA, Santos da Ilton; FELIPE, Maria Sueli Soares. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. **Concilium**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 230–247, 2022. DOI: 10.53660/CLM-335-341. Disponível em:
<http://clium.org/index.php/edicoes/article/view/335>. Acesso em: 14 set. 2023.

PETERMAN, Karen; PAN, Yi; ROBERTSON, Jane; LEE, Shelley Glenn. Self-Report and Academic Factors in Relation to High School Student's Success in an Innovative Biotechnology Program. **Journal of Technology Education**, v. 25, p. 35-51, 2014. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1034725.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2021.

REUSING, Luciana. **Biotecnologia direito fundamental à vida**: uma perspectiva da ciência tecnológica e sociedade. Curitiba: Ed. Gedai, 2020. Disponível em: https://www.gedai.com.br/wp-content/uploads/2020/11/LIVRO-Biotecnologia-e-direitofundamental-a-vida_Luciana-Reusing.pdf. Acesso em: 7 maio 2022.

RUPPENTHAL, Raquel; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina. Argumentation and Problem-Solving Ability of Elementary School Students. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 35-52, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n2p35>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SANTAELLA, Lúcia. **Leitura de imagens**. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

SANTOS, Wildson Luis Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>. Acesso em: 10 out. 2025.

VEIGA, Gisele Tatiane Soares; PALCHA, Leandro. A biotecnologia como trilha de aprendizagem no ensino médio: reverberações sobre o letramento científico de uma sequência didática. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 13, n. 2, p. 243-262, 21 ago. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v13i2.766>. Acesso em: 15 dez. 2025.

VERÍSSIMO, Écio Ribeiro; PRADO, Maria Elisabette Brisola Pinto; CARRILHO, Marcela Rocha de Oliveira; SANTOS, Márcio Luiz dos; PEREIRA, Regina Mara Silva. A biotecnologia como ferramenta de aproximação de alunos do Ensino Médio à Iniciação Científica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e06995643, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.5643>. Acesso em: 18 dez. 2022.

Licença Creative Commons – Atribuição Não Comercial 4.0 Internacional (CCBY-NC4.0)

Como citar este artigo:

COSTA, Lucimar Ferreira; PEDROSA, Stella Maria Peixoto de Azevedo; ROEHRS, Rafael. A BIOTECNOLOGIA E A CONSTRUÇÃO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 22, 2025. Disponível em: <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/xxx>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Financiamento: O estudo não recebeu financiamento.

Contribuições individuais: Conceituação, investigação e primeira redação: Lucimar Ferreira Costa. Supervisão, análise de conteúdo e segunda redação: Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa. Revisão de conteúdo e complementação: Rafael Roehrs.

Declaração de uso de Inteligência Artificial: **Declaração de uso de Inteligência Artificial:** Foi utilizado o ChatGPT para a versão inicial do título, das palavras-chave e do resumo em inglês e espanhol, posteriormente revisados pelos autores.

Revisores: os autores (Revisão de Língua Portuguesa e ABNT)

Sobre os autores:

Lucimar Ferreira Costa. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Iguazu (UNIG), especialista em Biologia pela Universidade de Iguazu, mestre em Ensino de Ciências pela Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), doutora em Educação pela Universidade Estácio de Sá (UNESA) e pós-doutoranda em Educação pela Universidade Estácio de Sá. Membro do grupo de pesquisa do Laboratório de Estudos e Pesquisas em Tecnologia, Educação e Cultura (LEPTEC), além de pesquisadora dos Itinerários da Formação de Professores e Concepções do uso de Tecnologias. Professora de Ciências na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) na Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu (PMNI) e de Biologia na Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC).

Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa. Graduada em Pedagogia pela Universidade Santa Úrsula (USU) e licenciada em Ciências pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestre em Educação e doutora em Ciências Humanas – Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação e Cultura Contemporânea da Universidade Estácio de Sá (UNESA), na linha de pesquisa Tecnologias de Informação e Comunicação nos Processos Educacionais (TICPE). Líder do Grupo de Pesquisa Laboratório de Estudos e Pesquisa Tecnologia, Educação e Cultura (LEPTEC)

Rafael Roehrs. Graduado em Química Industrial pela Universidade de Santa Cruz do Sul, mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutor em Química Analítica na Universidade Federal de Santa Maria. Professor nos cursos de Licenciatura em Química e nos Programas de Pós-Graduação em Bioquímica, Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, e no Profissional de Ensino de Ciências na Universidade Federal do Pampa. Líder do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Prática de Ensino (GIPPE) e o Laboratório de Análises Químicas Ambientais e Toxicológicas (LAQAT), além de ser pesquisador no Laboratório de Estudos Físico-Químicos e Produtos Naturais (LEFQPN).

Recebido em 30 de novembro de 2025
Versão corrigida recebida em 10 de dezembro de 2025
Aprovado em 12 de dezembro de 2025