



Biotecnologia em livros didáticos de biologia: análise sob o enfoque da educação Ciência, Tecnologia e Sociedade

Diovana Aparecida Carvalho da Silva¹; Camila Juraszeck Machado²; Patrícia Barbosa de Fontes³; Aline Lubyi⁴

1. Discente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná - PPGECM/UFPR. diovana.aparecida@ufpr.br.  <https://orcid.org/0000-0001-5487-6348>
2. Docente no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. camila.juraszeck@unespar.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0001-5600-6514>
3. Docente no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. pbarbosa.bio@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0003-1151-4333>
4. Discente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná - PPGECM/UFPR. alinelubyi@ufpr.br.  <https://orcid.org/0000-0003-1361-4936>

Recebido em: 03/09/2024

Aceito em: 15/10/2024

Publicado em: 07/03/2025

Resumo

Os livros didáticos (LDs) de Biologia são recursos fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem e são frequentemente utilizados por professores em sua prática docente. A educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) contribui para a formação de indivíduos críticos e atuantes na sociedade, e materiais didáticos que abordam as inter-relações CTS favorecem a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes. Assim, este artigo teve como objetivo investigar como a educação CTS é abordada em LDs de Biologia, especificamente na discussão sobre Biotecnologia. A pesquisa, do tipo documental e com abordagem qualitativa, empregou a análise de conteúdo enquanto procedimento analítico de dez LDs de Biologia do Ensino Médio do Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD/2018 e 2012. Verificou-se que os LDs examinados apresentaram, embora parcialmente, aspectos associados a um ensino de Biologia baseado na educação CTS. Contudo, ainda há fragilidades, sobretudo no que se refere ao caráter interdisciplinar e às diferentes dimensões (social, cultural e ambiental) que a ciência e a tecnologia podem impactar. Sugere-se que os professores busquem outros recursos para complementar o processo de ensino e aprendizagem, caso desejem ministrar um ensino de Biologia sob a perspectiva da educação CTS.

Palavras-chave: Ensino de biologia; Educação científico-tecnológica; Recurso didático.

Biotechnology in biology textbooks: analysis from the perspective of Science, Technology, and Society Education

Abstract

Biology textbooks (BTs) are fundamental resources for the teaching and learning process and are frequently used by teachers in their instructional practice. Science, Technology, and Society (STS) education contributes to the formation of critical and active individuals in society, and educational materials that address STS interrelationships promote students' Scientific and Technological Literacy. Thus, this article aimed to investigate how STS education is addressed in Biology BTs, specifically in the discussion on Biotechnology. The research, of a documentary nature with a qualitative approach, employed content analysis as the analytical procedure for ten Biology BTs from the National Textbook and Educational Material Program - PNLD/2018 and 2012. It





Was found that the examined BTs presented, although partially, aspects associated with a Biology teaching approach based on STS education. However, weaknesses remain, especially regarding the interdisciplinary nature and the different dimensions (social, cultural, and environmental) that science and technology can impact. It is suggested that teachers seek additional resources to complement the teaching and learning process if they wish to deliver Biology education from the perspective of STS education.

Keywords: Biology teaching; Scientific-technological education; Teaching resource.

Introdução

O ensino de Biologia envolve a análise e compreensão da vida em diferentes escalas, do nível micro ao macroscópico, e o campo da educação científica possibilita que estudantes desenvolvam investigações e, por conseguinte, construam conexões entre teoria e prática (ELOIA; ELOIA, 2012). Uma das áreas contempladas nos conteúdos curriculares de Biologia é a Biotecnologia, que abrange estudos que buscam o desenvolvimento científico-tecnológico e o avanço em produtos que podem beneficiar a humanidade em diferentes âmbitos (saúde, ambiente, agricultura, infraestrutura etc.) (FIESP, 2020).

Mas, como ensinar Biologia em um mundo onde "[...] a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a ideia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações"? (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 111).

A educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode ser um caminho profícuo nesse contexto, pois é uma abordagem educacional que visa contribuir para que os discentes compreendam seu papel enquanto cidadãos que devem analisar situações, tomar decisões e entender os impactos que a ciência e tecnologia ocasionam na sociedade, na economia, no meio ambiente e nos diversos âmbitos sociais (PINTO; VERMELHO, 2017).

No contexto educativo, CTS pode viabilizar a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes, os levando a ler e interpretar o mundo natural por meio dos conhecimentos científicos (CHASSOT, 2003), tomar decisões em sociedade e alcançar um senso de criticidade e autonomia (VIECHENESKI, 2019). Desta maneira, as discussões CTS podem ser precípuas para o entendimento da Biotecnologia, em uma dimensão social e ética (MIGUEL KAPP et al., 2017).

Aliado a esse contexto e considerando que livros didáticos (LDs) são recursos frequentemente empregados no ensino de Biologia, torna-se perti-

nente a análise criteriosa de tais recursos, pois podem apresentar lacunas quanto aos temas que envolvem a Biotecnologia (FONSECA; BOBROWSKI, 2015).

Mediante o exposto, o presente artigo teve como objetivo investigar como a educação CTS é abordada em LDs de Biologia, especificamente na discussão sobre Biotecnologia.

Metodologia

O artigo relata uma investigação em LDs, a partir da abordagem qualitativa, caracterizada como pesquisa documental, a qual se utiliza de diversos materiais, como livros, que ainda não sofreram análises ou que podem ser repensados de acordo com os objetivos de pesquisa (GIL, 2002).

Para atingir o objetivo proposto, adotaram-se os pressupostos teóricos da análise de conteúdo, que consiste em um conjunto de técnicas que empregam métodos sistemáticos e objetivos de descrição de indicadores que possibilitam a interpretação de dados (BARDIN, 2016). A análise de conteúdo é composta por três fases: pré-análise; exploração do material; inferência e interpretação.

Pré-análise

A pré-análise se constituiu pela definição do *corpus* de análise, leitura flutuante dos LDs e elaboração de indicadores que possibilitaram a interpretação dos dados. Nesta pesquisa, o *corpus* de análise formou-se pelos LDs de Biologia do Ensino Médio pertencentes às coleções aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018, exceto LD1 e LD2, que, por falta de acesso, utilizaram-se das edições aprovadas no PNLD de 2012.

No Quadro 1, apresentam-se a identificação do LD, o título e o volume, o nome dos autores e/ou coordenadores/organizadores e o ano de publicação.

**Quadro 1.** Identificação dos Livros Didáticos que constituíram o *corpus* de análise

Livros Didáticos	Título/Volume	Autoria/Ano de publicação
LD1	Biologia Hoje - Volume 3	Linhares et al. (2013)
LD2	Novas Bases da Biologia - Volume 3	Bizzo (2013)
LD3	Ser Protagonista - Volume 3	Catani et al. (2016)
LD4	Biologia - Volume 3	Silva Júnior et al. (2016)
LD5	Bio - Volume 3	Lopes e Rosso (2016)
LD6	Contato Biologia - Volume 3	Ogo e Godoy (2016)
LD7	Biologia - Unidade e Diversidade - Volume 3	Favaretto (2016)
LD8	Biologia Moderna - Volume 3	Amabis e Martho (2016)
LD9	Conexões com a Biologia - Volume 3	Thompson e Rios (2016)
LD10	Biologia - Volume 3	Mendonça (2016)

Fonte: As Autoras (2023).

Exploração do material

No que se refere à exploração do material e às categorizações, realizaram-se operações para decomposição dos dados (BARDIN, 2016). Desta forma, a categorização inicial dos LDs abrangeu as seções presentes que abordavam conteúdos acerca da Bio-

tecnologia. Os conteúdos que se referem à Biotecnologia, selecionados para a análise, estão descritos no Quadro 2, e tais conteúdos foram escolhidos com base em Sá Neto et al. (2020) e detalhados conforme Malajovich (2016).

Quadro 2. Exploração e categorização inicial baseada nos conteúdos de Biotecnologia.

Conteúdos	Definições
1 - DNA recombinante	DNA recombinante ou clonagem molecular é uma técnica de engenharia genética que possibilita a combinação de um “pedaço” de DNA com outro.
2 - Terapia gênica	O princípio da terapia gênica consiste em realizar, em laboratório, cópias de determinado gene normal, previamente clonado em bactérias. Em seguida, as cópias são inseridas em vetores (vírus/lipossomos). Posteriormente, introduz-se o gene normal em células de pessoas portadoras de alguma doença genética.
3 - Clonagem	A clonagem pode ser definida como um processo de reprodução assexuada no qual, a partir de uma célula-mãe, se têm células geneticamente idênticas.
4 - Organismos transgênicos	Basicamente, os organismos transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGM), correspondem a um organismo que recebeu, em laboratório, determinado gene que foi retirado de outro organismo. Tal processo confere uma característica nova ao OGM, como resistência de determinada planta a certas pragas, por exemplo.
5 - Recuperação de espécies em extinção	A partir de técnicas presentes na Biotecnologia, pode ocorrer o processo de recuperação de espécies em extinção. Na clonagem, por exemplo, é possível conservar espécies raras e/ou que estejam correndo risco de extinção.
6 - Aconselhamento genético	O aconselhamento genético é um processo que permite ao ser humano lidar com problemas concernentes à ocorrência ou mesmo ao risco de uma ocorrência de determinada doença genética em uma família.

Fonte: As Autoras (2023).

As partes dos livros analisadas constituíram-se pelas páginas dos LDs que apresentaram os conteúdos acerca da Biotecnologia. Contudo, a educação CTS indica a necessidade de uma compreensão ampla e crítica dos saberes científicos. Portanto, além das categorias baseadas na Biotecnologia, em um segundo momento foram empregadas categorias

CTS, adaptadas de Souza e Garcia (2019). Tais categorias possibilitaram o desenvolvimento do terceiro e último polo.

Nesta pesquisa, as referidas categorias foram adaptadas para o conteúdo de Biotecnologia, conforme detalhado no Quadro 3.

**Quadro 3.** Categorização baseada na educação CTS segundo Souza e Gracia (2019).

Detalhamento das Categorias CTS	
I	A Biotecnologia no cotidiano: mostra a influência da Biotecnologia no cotidiano do estudante? Ex.: entender as singularidades e similaridades entre os seres vivos, demonstrando a igualdade que deve haver entre eles.
II	Caráter interdisciplinar: evidencia o caráter interdisciplinar da Biotecnologia?
III	Superação da visão a-histórica: supera a visão a-histórica do conhecimento da Biotecnologia (os conhecimentos científicos referentes à temática estão envolvidos por contextos histórico, social, cultural, tecnológico)?
IV	Espírito cooperativo: estimula o trabalho em grupo, a fim de desenvolver o espírito cooperativo no estudante?
V	Ciência e tecnologia: inclui contribuições da ciência e da tecnologia para a Biotecnologia e para sociedade?
VI	Dimensão política: apresenta questões políticas (locais e globais) associadas à Biotecnologia? Ex.: ética e biossegurança.
VII	Dimensão social e cultural: apresenta questões sociais e culturais (locais e globais) associadas à Biotecnologia?
VIII	Dimensão ambiental: apresenta questões ambientais (locais e globais) concernentes a Biotecnologia? Ex.: impactos positivos e negativos no meio ambiente.
IX	Ética e valores da ciência e tecnologia: considera a ética e os valores da ciência e da tecnologia ao abordar a Biotecnologia?
X	Pensamento crítico e formação de opiniões: estimula a formação do pensamento crítico, incentivando debates em torno das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? E sobre a formação de opiniões: estimula a formação de opiniões, tomada de decisões e resolução de problemas e/ou de questões cotidianas que envolvam CTS, como forma do estudante expressar e desenvolver sua cidadania?

Fonte: As Autoras (2023).

Inferência e interpretação dos resultados referentes aos conteúdos de Biotecnologia

Inicialmente, contabilizaram-se quantas páginas cada livro reservou para a Biotecnologia, resultando nos dados descritos no Quadro 4.

Observa-se que os livros que mais destinaram espaço ao tema foram LD9 (12,8 %), LD2 (9,8%), LD6 (8,3%), LD8 (8,3%) e LD5 (8,0%), seguidos de LD3 (7,6%), LD10 (7,3%), LD4 (5,6%) e

LD1 (4,1%). Ressalta-se que somente o LD7 não reservou um capítulo específico, apresentando os conteúdos dispostos de forma descontínua nas unidades III e IV, o que inviabilizou a contabilização de laudas específicas.

Em seguida, os LDs foram explorados com vistas à identificação dos conteúdos de Biotecnologia estabelecidos anteriormente (Quadro 2) na categorização inicial da metodologia (exploração do material). Obtiveram-se os dados dispostos no Quadro 5.

Quadro 4. Número de páginas reservado para a Biotecnologia nos LDs.

Livros	Capítulos	Páginas	N. de páginas para Biotecnologia	N. de páginas do livro
LD1	Capítulo 7: As Aplicações da Genética Molecular	93-107	15	368
LD2	Capítulo 6: Biologia Molecular e Biotecnologia	144-169	26	264
LD3	Capítulo 8: Biotecnologia	98-119	22	288
LD4	Capítulo 13: Biotecnologia	148-163	16	288
LD5	Capítulo 9: Biotecnologia	212-234	23	288
LD6	Capítulo 6: Código genético e biotecnologia	86-109	24	288
LD7	Sem capítulo específico (Unidade III e IV)	-	-	288
LD8	Capítulo 4: Genética e biotecnologia na atualidade	76-99	24	288
LD9	Unidade 8. Biologia molecular: introdução e aplicações	188-224	37	288
LD10	Capítulo 10: Biologia molecular do gene: síntese proteica e engenharia genética	200-220	21	288

Fonte: As Autoras (2023).

**Quadro 5.** Identificação dos conteúdos de Biotecnologia nos LDs.

Conteúdos	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8	LD9	LD10	Total
1 - DNA recombinante	X	X	X	X	X	X		X	X	X	09
2 - Terapia gênica	X		X	X	X	X	X		X	X	08
3 - Clonagem			X	X	X	X			X	X	06
4 - Organismos transgênicos	X	X	X	X	X	X		X	X	X	09
5 - Recuperação de espécies em extinção					X						01
6 - Aconselhamento genético	X				X				X		03
Total	04	02	04	04	06	04	01	02	05	04	

Fonte: As Autoras (2023).

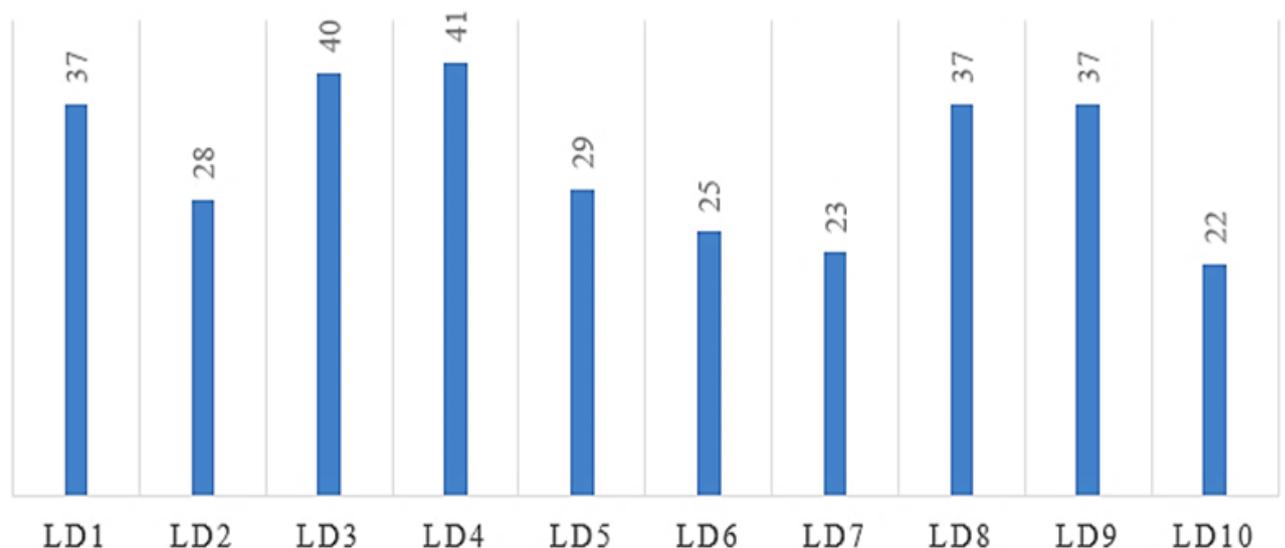
Verifica-se que LD1, LD3, LD4, LD6 e LD10 abordaram 4 dos 6 conteúdos, enquanto o LD9 abordou 5. Pode-se observar, ainda, que o LD5 contemplou todos os conteúdos elencados para a análise. Em contrapartida, LD2 e LD8 abordaram somente duas temáticas e LD7 abordou 1. Os temas mais abordados foram DNA recombinante e organismos transgênicos (aparecendo em 9 livros, exceto no LD7), e terapia gênica (presente em 8 livros, exceto em LD2 e LD8). Por outro lado, o tema recuperação de espécies em extinção foi contemplado somente no LD5.

Diante das análises e tendo em vista que a pesquisa tem como propósito a busca pelas inter-relações CTS nos LDs, apresentam-se, em seguida, os dados obtidos a partir da fase de exploração e

interpretação do material, discutidos sob a luz da educação CTS.

Inferência e interpretação dos resultados referentes às inter-relações CTS

A busca e a contabilização das categorias CTS (Quadro 3), estabelecidas na metodologia (exploração do material), foram realizadas parágrafo a parágrafo nos LDs e, em relação aos exercícios, cada questão foi analisada separadamente. Desse modo, para um mesmo parágrafo de texto ou exercício composto por várias questões, mais de uma categoria pode estar presente. Assim, obteve-se o número de vezes que as categorias CTS foram identificadas em cada livro (Gráfico 1).

**Gráfico 1.** Número de vezes que as categorias CTS foram identificadas nos LDs.

Fonte: As Autoras (2023).



Verifica-se que os LDs que mais contemplaram as reflexões CTS nos conteúdos reservados à Biotecnologia foram LD3 e LD4, seguidos de LD1, LD8 e LD9. No que se refere aos demais, LD2 e LD5 também abordaram expressivamente as categorias, enquanto LD6, LD7 e LD10 se caracterizaram como os livros que menos as empregaram.

Cabe a reflexão de que, apesar de o LD8 abordar apenas duas temáticas acerca da Biotecnologia (1 - DNA recombinante e 4 - Organismos transgênicos), se destacou entre os livros que mais contemplaram as categorias CTS. O mesmo se aplica aos LD1 e LD4, livros que menos dedicaram páginas aos assuntos de Biotecnologia; contudo, em-

pregaram diversas categorias. LD10, por sua vez, embora tenha reservado 21 páginas para o assunto, não abordou substancialmente as categorias CTS. Salienta-se que o LD7, que não apresentou um capítulo específico para os conteúdos de Biotecnologia, também não apresentou um número expressivo de categorias. Este cenário indica que a quantidade de páginas não implica, necessariamente, em maior concentração de inter-relações CTS nos LDs.

A análise acurada das categorias I - A Biotecnologia no cotidiano, II - Caráter interdisciplinar e III - Superação da visão a-histórica gerou os dados dispostos no Gráfico 2.

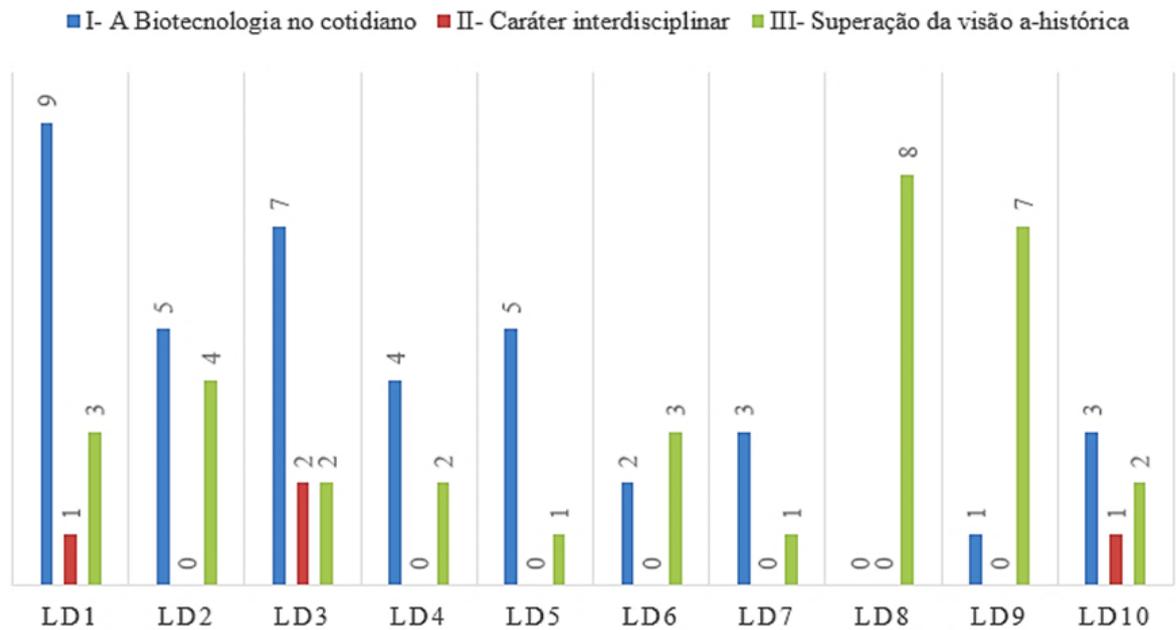


Gráfico 2. Relação das categorias I - A Biotecnologia no cotidiano, II - Caráter interdisciplinar e III - Superação da visão a-histórica nos LDs.

Fonte: As Autoras (2023).

A categoria I esteve presente em todos os livros, exceto no LD8. Destaca-se que LD1, LD2, LD3 e LD5 foram os que mais contemplaram essa categoria. O LD1, em especial, relacionou os assuntos biotecnológicos com o cotidiano dos estudantes, não apenas por fazer menções ao que a Biotecnologia produz, mas ao buscar pela concretização dos conteúdos científicos e demonstrar, em diversas passagens, a aplicabilidade de suas tecnologias. Um exemplo da demonstração das aplicações de tecnologias pode ser observado no excerto:

[...] algumas aplicações do sequenciamento de genomas: • permitir a identificação dos genes que causam ou que contribuem para doenças genéticas ou para o câncer, aumentando a capacidade de diagnosticar doenças na fase inicial por meio de testes genéticos e a probabilidade de cura. [...] • ajudar no aconselhamento genético, que analisa as chances de um casal transmitir doenças hereditárias para o filho. Dessa forma, é possível, depois dos exames pré-natais, avaliar as doenças que poderão ser transmitidas aos filhos e as formas de evitá-las ou tratá-las desde cedo (LINHARES et al., 2013, p. 100-101).



Santos (2008) indica que a contextualização com o cotidiano dos estudantes pode promover o desenvolvimento de atitudes e valores acerca de questões sociais relacionadas à ciência e tecnologia, bem como auxiliar na compreensão de conhecimentos científicos e possibilitar a conexão dos saberes aprendidos em sala de aula com a vida pessoal. Ressalta-se que apenas fazer menções ao cotidiano não representa a contextualização na perspectiva CTS, sendo fundamental o atendimento aos seguintes objetivos:

[...] algumas aplicações do sequenciamento de genomas: • permitir a identificação dos genes que causam ou que contribuem para doenças genéticas ou para o câncer, aumentando a capacidade de diagnosticar doenças na fase inicial por meio de testes genéticos e a probabilidade de cura. [...] • ajudar no aconselhamento genético, que analisa as chances de um casal transmitir doenças hereditárias para o filho. Dessa forma, é possível, depois dos exames pré-natais, avaliar as doenças que poderão ser transmitidas aos filhos e as formas de evitá-las ou tratá-las desde cedo (LINHARES et al., 2013, p. 100-101).

Quanto à categoria II, esta foi contemplada por LD1, LD3 e LD10, revelando uma lacuna na maioria dos LDs quanto a evidenciar a interdiscipli-

naridade da Biotecnologia. Salienta-se que a interdisciplinaridade é indispensável, pois as disciplinas se complementam, facilitando que os estudantes atinjam uma visão de totalidade do assunto (BONATTO et al., 2012). Na perspectiva CTS, entende-se que a interdisciplinaridade e a contextualização caracterizam o mundo real, o que pressupõe que os conhecimentos não devem fragmentar-se (CHRISPINO, 2017).

Um exemplo da articulação entre o conhecimento científico e outras áreas do conhecimento pode ser verificado em um excerto do LD1:

[...] como o progresso do conhecimento depende muitas vezes da invenção de novas tecnologias e vice-versa – um tema estudado em Filosofia e História da Ciência. A descoberta dessas enzimas ilustra também o fato de que o progresso do conhecimento científico depende do trabalho em cooperação de toda uma comunidade científica, um tema estudado em Sociologia (LINHARES et al., 2013, p. 96).

A categoria III, Superação da visão a-histórica, por sua vez, foi contemplada em todos os LDs, sendo que LD8 e LD9 se destacaram em virtude do número de páginas dedicadas ao tema da categoria. Na Figura 1, observa-se um excerto do LD8 que trata de uma perspectiva histórica acerca da importância da educação científica.

Em 1956, em seu livro *Ciência e valores humanos*, o filósofo, cientista e educador polonês Jacob Bronowski (1908-1974) já alertava para a necessidade da educação científica para uma participação social consciente e responsável. Disse ele: “[...] devemos temer sempre que ouvimos um homem de sensibilidade considerar a ciência um assunto que pertence a outra pessoa. Hoje em dia, o mundo é feito, é potencializado, pela ciência, e qualquer pessoa que abdique de seu interesse pela ciência caminha de olhos abertos para a escravatura”.

Figura 1. Excerto do LD8 que representa a categoria CTS III - Superação da visão a-histórica.

Fonte: Amabis e Martho (2016, p. 77).

A história das ciências, como destacado na educação CTS, diz respeito à construção da concepção de que a dinâmica científica e seus avanços passam por modificações constantes ao longo do tempo (PALACIOS et al., 2005). Segundo Sepini e Maciel (2016), a história da ciência e seu contexto são imprescindíveis para a compreensão do conhecimento científico pelos discentes. Além disso, a historicidade do conhecimento e a compreensão científica favorecem a superação da abordagem conteudista do ensino (MARKO; PATACA, 2019). Deste

modo, a valorização da história da ciência possibilita aos indivíduos entender a sua construção histórica, coletiva, social e política.

Face ao exposto, embora as categorias I e III tenham sido identificadas, foram observadas de forma expressiva apenas em alguns dos LDs: a categoria I em LD1, LD2, LD3 e LD5 e a categoria III em LD8 e LD9. Destaca-se, ainda, a fragilidade quanto à categoria II, que marcou presença apenas em LD1, LD3 e LD10.



A busca pelas categorias CTS IV - Espírito cooperativo, V - Ciência e tecnologia e VI - Dimensão política nos LDs possibilitou a obtenção e interpretação dos dados apresentados no Gráfico 3.

A categoria IV foi identificada em LD1, LD3, LD4, LD5, LD7 e LD10, porém de forma pouco expressiva, o que pode indicar um déficit quanto ao estímulo do trabalho cooperativo em atividades relacionadas à Biotecnologia. Considerando

a perspectiva CTS, a cooperação, ou seja, o trabalho em equipe, contribui para que os estudantes “[...] desenvolvam habilidades e atitudes necessárias à tomada de decisão” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 122). Ademais, segundo Souza e Garcia (2019), o espírito cooperativo é estimulado por meio de determinadas propostas de trabalho em grupo.

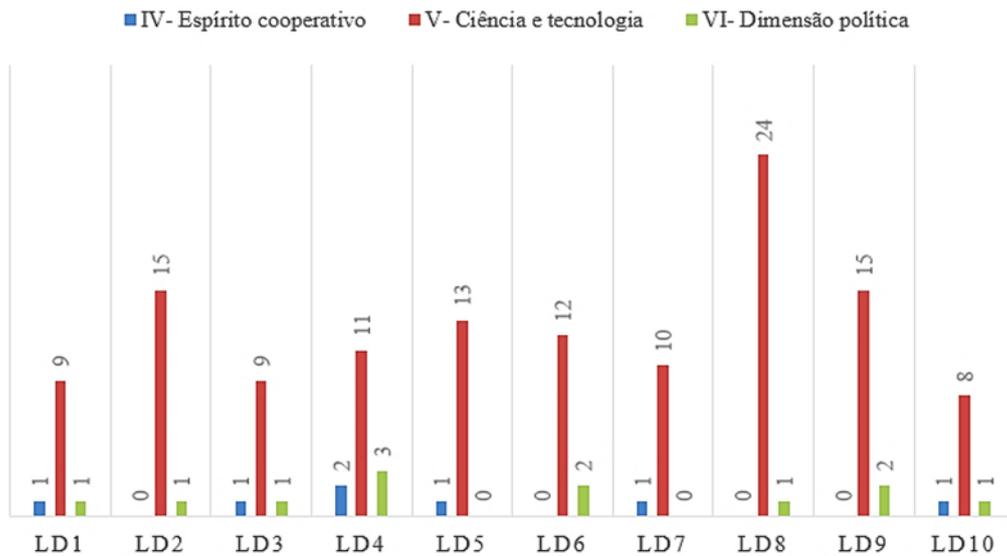


Gráfico 3. Relação das categorias IV - Espírito cooperativo, V - Ciência e tecnologia e VI - Dimensão política nos LDs.

Fonte: As Autoras (2023).

Na Figura 2, exemplifica-se um trecho encontrado no LD4 que contempla a categoria IV, envolvendo a temática do câncer e as influências genéticas. Através de um exercício, propõe-se que os estudantes formem grupos e realizem pesquisas coletivas, além de estimular a construção de conhecimentos em equipe.

A categoria V foi observada em todos os LDs, com destaque no LD8. No entanto, é impor-

tante notar que foram identificados textos puramente descritivos (Figura 3), nos quais os autores expressaram ideias sobre os melhoramentos ocasionados por avanços em ciência e tecnologia, mas não levantaram questionamentos ou reflexões sobre tais avanços. A ausência de criticidade pode contribuir para a manutenção da concepção salvacionista da ciência e da tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2001).

MODO DE AÇÃO

1. Formem grupos de três a quatro estudantes.
2. Cada grupo vai pesquisar em livros, revistas e na internet alguns tipos de câncer que estão relacionados, indiscutivelmente, a fatores genéticos. Pesquisem os fatores hereditários (genes ou outras estruturas) que estão relacionados com os diferentes tipos de câncer. Verifiquem se algumas das três categorias de genes descritas na Introdução estão envolvidas no tipo de câncer pesquisado.

Figura 2. Excerto do LD4 que representa a categoria CTS IV - Espírito cooperativo.

Fonte: Silva Júnior et al.



4.2 Melhoramento genético

A maioria das plantas, dos animais e dos demais organismos (como fungos e algas) que constituem nossa alimentação básica foi domesticada e vem sendo “melhorada” em diferentes regiões do mundo, há milhares de anos, desde muito antes da descoberta dos mecanismos da herança biológica.

O **melhoramento genético** consiste em selecionar e aprimorar as qualidades das espécies, tendo em vista sua utilização pelos seres humanos. Inicialmente, esse melhoramento era feito apenas de forma intuitiva. Para obter espigas de milho com maior número de grãos, por exemplo, os agricultores selecionavam para o plantio apenas sementes de espigas com grande número de grãos. Para aumentar o peso médio das galinhas, empregavam-se como reprodutores os galos e as galinhas maiores e mais pesados.

Figura 3. Excerto do LD8 que representa a categoria CTS V- Ciência e tecnologia.

Fonte: Amabis e Martho (2016, p. 79).

Por outro lado, o LD3 apresentou a ciência e a tecnologia em relação à sociedade, contemplando claramente as inter-relações CTS no contexto educativo, como evidenciado pelo recorte da Figura 4, especialmente em relação ao título da seção.

Desta forma, contribui-se para que os sujeitos envolvidos no processo educacional compreendam a dimensão social do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2002). Após o texto, os autores promovem questionamen-

tos que instigam o pensamento crítico sobre a ciência e a tecnologia, além de estimular a formação de opiniões dos estudantes. Ademais, as questões propostas envolvem a bioética relacionada aos processos biotecnológicos, fornecendo espaço para que os discentes discutam sobre as consequências da manipulação genética em seres humanos e a criação de superbebês, além de debaterem o acesso a essa tecnologia pela população.

🕒 Ciência, tecnologia e sociedade

Superbebês para todos

[...] A humanidade está prestes a modificar para sempre o patrimônio genético que a trouxe até aqui. O passo enorme pode até demorar, se vingar uma proposta de moratória, mas será dado. Mais dia, menos dia.

A tecnologia já existe e se chama CRISPR. [Ela] permite alterar os genes de células de maneira precisa, ou seja, cortar, colar, inserir e deletar letras ou vocábulos inteiros do código genético de organismos vivos.

comercial: manter ao largo de regulamentações restritivas o próprio campo de pesquisa.

Ele e seus colegas não estão sozinhos. Em torno de 40 países baniram ou ergueram barreiras contra a modificação da linhagem germinativa. Na Europa, 15 de 22 países a proibem. Nos EUA não há lei contra, mas os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) não financiam estudos nessa seara.

[...]

Figura 3. Excerto do LD8 que representa a categoria CTS V- Ciência e tecnologia.

Fonte: Amabis e Martho (2016, p. 79).

A categoria VI foi observada em LD1, LD2, LD3, LD4, LD6, LD8, LD9 e LD10, mas não foi identificada em LD5 e LD7. Na Figura 5, observa-se um excerto retirado do LD9, no qual esta categoria é contemplada. A partir dessa figura, evidencia-

se como é possível instigar os estudantes sobre os serviços que o governo está prestando em suas regiões, o que também pode estimular a criticidade dos discentes.



Uma solução **Responda em seu caderno**

Revise o problema proposto na abertura da Unidade

Compartilhamos com nossos parentes parte do nosso material genético. Esse material genético, nosso DNA, pode sofrer alterações durante nossa vida, em consequência do próprio envelhecimento, que causa problemas no processo de replicação, de reparo de erros e na meiose das células germinativas. Exposições a situações e substâncias mutagênicas também podem causar alterações e, quando ocorrem nas células germinativas, podem passar para nossos descendentes.

Algumas doenças hereditárias são recessivas, de modo que só se expressam quando em homozigose. E assim indivíduos heterozigotos podem nem saber que apresentam o fator genético para tal doença.

Esses indivíduos podem recorrer ao aconselhamento genético. Exames de cariótipo e detecção de mutações e/ou alterações no DNA já conhecidas podem esclarecer dúvidas durante o planejamento familiar. Os futuros pais são informados, podendo então avaliar os riscos de desenvolvimento de doenças genéticas e conhecer as opções de tratamento, caso elas existam.

- Em sua região, existem serviços de aconselhamento genético? Se existem, eles são coordenados pelo governo? São gratuitos?

Figura 5. Excerto do LD9 que representa a categoria CTS VI Dimensão política.

Fonte: Thompson e Rios (2016, p. 218).

A escassez desta categoria nos livros pode indicar uma fragilidade, pois a dimensão política é imprescindível para o processo de democratização do conhecimento científico e tecnológico. Compreender a questão política na prática educacional é proporcionar ao estudante a oportunidade de questionar a situação em que se encontra, levando-o a buscar uma liberdade concreta (SCHLESENER, 2013).

Além disso, o desenvolvimento científico e tecnológico é diretamente influenciado por diversas dimensões, como social, econômica e política (AULER; DELIZOICOV, 2001). Dessa forma, ao estimular os estudantes a entender assuntos sob a dimensão política, favorece-se a compreensão das condições que influenciam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia de forma crítica e consciente.

Contemplar essas dimensões nos LDs pode contribuir para alcançar a Alfabetização Científica e Tecnológica dos discentes em sua perspectiva ampliada, na qual se “[...] busca a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), associando o ensino de conceitos à problematização” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 105). Assim, “[...] pensar em educação científica e tecnológica crítica significa fazer uma abordagem com a perspectiva CTS com a função social de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade” (SANTOS, 2008, p. 7).

No que diz respeito às categorias VII, VIII, IX e X, os dados obtidos estão sistematizados no Gráfico 4.

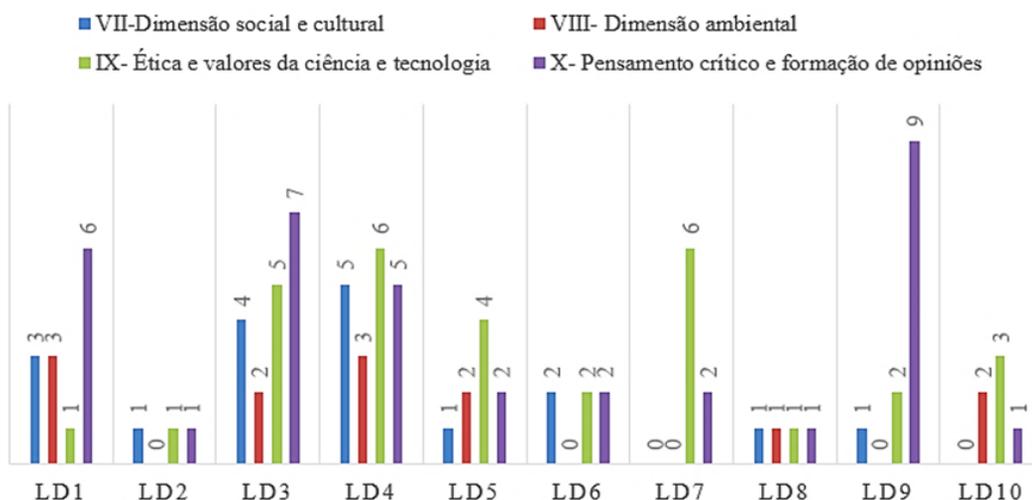


Gráfico 4. Relação das categorias VII - Dimensão social e cultural, VIII - Dimensão ambiental, IX - Ética e valores da ciência e tecnologia e X - Pensamento crítico e formação de opiniões nos LDs.

Fonte: As Autoras (2023).

■ Alimentos transgênicos

Além de bactérias e leveduras transgênicas, a tecnologia atual desenvolveu diversas plantas e animais transgênicos, alguns deles destinados a produzir alimentos. Isso tem despertado grande preocupação e diversas reações adversas em parcelas da população de diversos países.

Sementes de maior rentabilidade, como vinhos, são produzidas industrialmente desde 1926, ano que se considera um marco do fim da produção artesanal de sementes, iniciada provavelmente há 10 mil anos, com a revolução agrícola.

Diversas variedades de plantas foram desenvolvidas pela modificação de seu DNA. Como vinhos, a expressão gênica em eucariotos é muito mais complexa do que em procarionotos, e isso explica o intervalo de quase vinte anos entre as duas gerações de transgênicos.

A Embrapa, empresa estatal brasileira, desenvolve diversas plantas transgênicas. Uma delas é uma variedade de feijão que recebeu um gene de uma espécie de feijão selvagem, o que lhe confere resistência ao vírus do mosaico-dourado, doença que provoca grandes perdas, em especial na agricultura familiar de pequena escala.

Figura 6. Excerto do LD2 que representa a categoria CTS VII - Dimensão social e cultural.

Fonte: Bizzo (2013, p. 163).

Assim como a dimensão política, a dimensão social é indispensável. Para Suaiden e Oliveira (2006, p. 100), é importante que a "[...] Educação Básica seja capaz de dotar o conjunto de cidadãos de instrumentos e competências cognitivas necessárias para uma atuação mais crítica, tornando-os, efetivamente, partícipes da sociedade globalizada". Somente assim se democratiza o acesso à informação e sua transformação em conhecimento.

Ademais, considerando a questão cultural, em um mundo permeado pela ciência é pertinente a formação científica e cultural (PORTELA; LARANJEIRAS, 2005). Destaca-se a importância do envolvimento das dimensões social e cultural nos livros, pois a educação CTS

[...] tem como propósito a problematização de temas sociais, de modo a assegurar um comprometimento social dos

educandos. Assim, propostas curriculares com essa visão precisam levar em consideração o contexto da sociedade tecnológica atual, caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana (SANTOS, 2008, p. 8).

A categoria VIII foi identificada em LD1, LD3, LD4, LD5, LD8 e LD10. No entanto, há fragilidades em relação a temática ambiental relacionada à Biotecnologia nos LD2, LD6, LD7 e LD9. Na Figura 7, observa-se um trecho retirado do LD8 que representa esta categoria, especialmente ao demonstrar os impactos que o melhoramento genético pode causar no meio ambiente.

Problemas decorrentes do melhoramento genético

Um dos problemas decorrentes do melhoramento genético é o surgimento de linhagens com pouca variabilidade, isto é, com pouca diferença genética entre os indivíduos, o que reduz a capacidade da população de se adaptar eficientemente a alterações ambientais. Os antigos agricultores, mesmo antes do desenvolvimento da Genética, já lidavam com esse problema. Em campos de trigo, era comum o plantio de diversas variedades, o que aumentava a chance de preservar ao menos parte da lavoura em caso de seca, enchente ou pragas.

Essa técnica milenar atualmente tem sido negligenciada. Hoje predominam as lavouras de monocultura, em que grandes áreas são ocupadas com uma única variedade da espécie. Apesar de as monoculturas produzirem lucros maiores em curto prazo, há o risco de uma praga dizimar completamente uma plantação sem encontrar indivíduos resistentes, já que todas as plantas são geneticamente muito semelhantes.

Figura 7. Excerto do LD8 que representa a categoria CTS VIII - Dimensão ambiental.

Fonte: Amabis e Martho (2016, p. 81).



Tudo que envolve a dimensão ambiental é complexo e dinâmico, tornando necessário um processo educativo baseado na reflexão-ação para que se compreendam os significados concretos da realidade social e ambiental (TOZONI-REIS et al., 2013). Portanto, a categoria VIII nos livros auxilia no processo de compreensão da complexidade da dimensão ambiental, o que, conseqüentemente, pode sensibilizar os estudantes com relação a essa temática.

Em 1962, com a publicação de *Silent Spring*, em tradução Primavera Silenciosa, Rachel Carson amplia as denúncias sobre o impacto ambiental provocado por pesticidas sintéticos (PALACIOS et al., 2005), evidenciando os efeitos que a ciência e a tecnologia podem ter no ambiente. Nesse contexto, a educação CTS busca uma compreensão ampla das aplicações e implicações dos avanços científico-

tecnológicos no meio natural. Como os LDs são recursos frequentemente utilizados nas aulas de Biologia, a escassez de reflexões acerca da temática ambiental caracteriza uma fragilidade.

A categoria IX foi identificada em todos os LDs, sendo mais destacada em LD3, LD4, LD5 e LD7. Essa categoria é fundamental, pois, ao buscar uma nova moralização científica e tecnológica, o ser humano reflete sobre seus ideais e sobre o que é capaz de fazer em nome da ciência e da humanidade, considerando que devem existir limites regulatórios para a ciência e a tecnologia (DOMINGUES, 2004). No LD7, há um exemplo que representa essa categoria (Figura 8). Além de abordar questões éticas e morais, bem como valores relacionados à temática, especialmente em relação aos testes de DNA, o LD7 proporciona reflexões importantes para a formação de estudantes críticos na sociedade.

A notícia

Trash campeão

Os testes de DNA têm se mostrado ingrediente importante na busca pela audiência dos *talk shows* americanos. Todo dia, ao menos um casal é exposto a vaias ou aplausos do público com a revelação do resultado de exame de paternidade. Ricki Lake, por exemplo, quando levou um teste ao ar, aumentou sua audiência em 15% em relação ao programa anterior. [...]

O assunto sério com que lidam estes programas suscita questões éticas. Os *talk shows* já tiveram seu momento crítico nos Estados Unidos em meados da década de 90, quando um convidado de Jenny Jones assassinou outro, três dias após a gravação. Na época, como conta Alessandra Stanley [...], a preocupação da sociedade com a programação *trash* levou o Congresso a discutir o assunto. Oprah Winfrey e Jerry Springer, dos maiores programas de entrevistas, não usam DNA. "Somos mais diversão", explica Linda Shafran, porta-voz do Jerry Springer Show. "Testes de paternidade são coisa séria demais para nós."

Portal Observatório de Imprensa. **Trash Campeão**. Disponível em: <www.observatoriodaimprensa.com.br/artigos/mo270320025.htm>. Acesso em: abr. 2016.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler a notícia, responda:

1. Quando Linda Shafran diz que "testes de paternidade são coisa séria demais para nós", a afirmativa demonstra preocupação, ironia ou desencanto? Justifique sua opinião.
2. Como você analisa a utilização dos testes de DNA por programas populares da TV brasileira?

Figura 8. Excerto do LD7 que representa a categoria CTS IX - Ética e valores da ciência e tecnologia.

Fonte: Favaretto (2016, p. 194).

A categoria X foi observada em todos os LDs analisados, sendo mais expressiva em LD1, LD3, LD4 e LD9. Na Figura 9, extraída do LD4,

observa-se um exemplo de estímulo ao pensamento crítico e à formação de opiniões embasadas cientificamente.



Alguns argumentos a favor da soja transgênica	Alguns argumentos contra a soja transgênica
<ol style="list-style-type: none">1. Com o aumento da população mundial, tanto a soja como outros transgênicos poderiam ajudar a resolver o problema da fome.2. Plantar soja transgênica permite maior produtividade.3. O uso de menos herbicidas significaria um custo final menor para o agricultor.4. O uso de menos herbicidas significaria menor poluição do ambiente e menor contaminação dos alimentos.	<ol style="list-style-type: none">1. O problema da fome está mais relacionado à distribuição da riqueza no mundo do que a técnicas agrícolas.2. Os possíveis danos à saúde humana não foram estudados suficientemente.3. Na soja transgênica são produzidas novas proteínas que não existem na soja comum, o que pode levar a um aumento na incidência de alergias em algumas pessoas.4. Algumas pragas têm se tornado resistentes ao glifosato, obrigando a usar mais herbicida, com todos os problemas correlacionados: maior custo e maior poluição.5. Pode haver contaminação "genética" de outras culturas, que receberiam o gene "enxertado" por meio da polinização cruzada.6. O produtor fica dependente das multinacionais que produzem tanto a semente transgênica como o glifosato.

Figura 9. Excerto do LD4 que representa a categoria CTS X - Pensamento crítico e formação de opiniões.

Fonte: Silva Júnior et al. (2016, p. 152).

Todavia, em LD2, LD8 e LD10, essa categoria apareceu apenas uma vez. Deste modo, nesses LDs evidenciou-se uma carência em relação ao estímulo à criticidade sobre o tema Biotecnologia, um aspecto fundamental na educação CTS. Como apontado por Viecheneski (2019), a relação entre CTS e as diversas esferas (sociais, políticas, ambientais) contribui para que os estudantes desenvolvam senso de criticidade e autonomia social.

Segundo Souza e Garcia (2019, p. 127), "[...] o ensino CTS defende a adoção de abordagens pedagógicas diversificadas em sala de aula, envolvendo o desenvolvimento do pensamento crítico com relação às problemáticas relacionadas à ciência e suas interações com tecnologia e sociedade". Assim, essa perspectiva pode contribuir para a formação de indivíduos questionadores e críticos na sociedade (PINHEIRO et al., 2007), colaborando para a formação de opiniões e tomada de decisões socialmente comprometidas.

Em face ao exposto, observou-se que os LDs contemplaram parcialmente as categorias, apresentando materiais informativos, criativos e profícuos para a educação CTS no ensino de Biologia, no que diz respeito à Biotecnologia. Contudo, ainda há fragilidades, sobretudo no que se refere ao caráter interdisciplinar e às diferentes dimensões (social, cultural e ambiental) que a ciência e a tecnologia podem impactar. Essas fragilidades podem refletir nas salas de aula, visto que os docentes utilizam am-

plamente os LDs. Defende-se, assim, o potencial de CTS, sobretudo no que se refere à Alfabetização Científica e Tecnológica discente, desvelando-se a pertinência de sua ampliação em livros didáticos de Biologia.

Considerações finais

A partir da análise do conteúdo de Biotecnologia, verificou-se que os LDs examinados apresentaram, embora parcialmente, aspectos associados a um ensino de Biologia baseado na educação CTS. Ademais, identificou-se que algumas obras podem complementar as reflexões CTS, pois algumas das categorias de análise estiveram ausentes ou pouco presentes nesses livros. Cabe destacar que os LDs disponíveis para a aprendizagem dos estudantes da Educação Básica são importantes; contudo, faz-se necessário que os professores busquem outros recursos para complementar o processo de ensino e aprendizagem, caso desejem ministrar um ensino de Biologia sob a perspectiva da educação CTS.

Em relação aos conteúdos da Biotecnologia, constatou-se que determinados temas foram frequentemente abordados nos livros, como DNA recombinante, organismos transgênicos e terapia gênica, enquanto outros, sobretudo a recuperação de espécies em extinção, foram tratados de maneira incipiente. O LD5 se destacou pela completude dos temas relativos à Biotecnologia, abrangendo todos



os conteúdos elencados para a análise. Por outro lado, o LD7 abordou apenas uma temática e foi o único livro que não apresentou um capítulo específico reservado à Biotecnologia.

No que diz respeito às categorias CTS, o Caráter interdisciplinar (II), o Espírito cooperativo (IV) e a Dimensão política (VI) não estiveram bem representados nos LDs. Essa situação caracteriza uma fragilidade, pois a interdisciplinaridade possibilita a conexão efetiva de conhecimentos entre diferentes áreas, oportunizando que os estudantes compreendam os conteúdos de maneira integrada e sistêmica.

O espírito de cooperação, por sua vez, favorece a construção de saberes em grupo e a compreensão de que a ciência é desenvolvida coletivamente. Ademais, é essencial construir um ensino de Biologia que leve os estudantes a refletirem sobre o contexto político em que a ciência e a tecnologia operam, possibilitando que o discente assimile, de forma crítica e opinativa, os interesses e as influências sociais que permeiam o desenvolvimento científico e tecnológico.

Vale ressaltar que as categorias Dimensão social e cultural (VII), Dimensão ambiental (VIII), Ética e valores da ciência e tecnologia (IX) e Pensamento crítico e formação de opiniões (X) foram parcialmente contempladas nos LDs, demonstrando a importância da complementação das aulas de Biologia para uma abordagem mais íntegra das dimensões que envolvem o fazer científico e tecnológico.

Espera-se que esta pesquisa tenha contribuído para o campo de investigação em educação CTS, em especial na análise de livros didáticos, recursos frequentemente utilizados nas aulas de Biologia na Educação Básica, sugerindo-se a realização de pesquisas futuras para ampliação das discussões na área.

Referências

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BIZZO, N. **Novas bases da biologia: Biodiversidade**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013.
- BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOPES, T. B.; FRISON, M. D. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL - ANPED SUL, 9., 2012, Caxias do Sul, RS. **Anais [...]**. Caxias do Sul, 2012, p. 1-12.
- CATANI, A.; BANDOUK, A. C.; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F. S.; AGUILAR, J. B.; SALLES, J. V.; BEZERRA, L. M.; OLIVEIRA, M. M. A.; CAMPOS, S. H. A.; NAHAS, T. R.; CHACON, V. **Ser Protagonista: Biologia**. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, [S. l.], p. 89-100, 2003.
- CHRISPINO, A. **Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino**. Madrid: OEI, 2017. Documentos de Trabajo de IBERCIENCIA n. 4.
- DOMINGUES, I. Ética, ciência e tecnologia. **Kriterion: Revista de Filosofia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 109, p. 159-174, 2004.
- ELOIA, S. M. C.; ELOIA, S. C. A importância da disciplina de biologia associada à vida saudável na visão dos estudantes. **Essentia**, Sobral, v. 13, n. 2, p. 81-94, 2012.
- FAVARETTO, J. A. **Biologia Unidade e Diversidade**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2016.
- FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **O que é biotecnologia**. Brasil, SP: FIESP, [2020?]. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/o-que-e-biotecnologia/>. Acesso em: 12 set. 2023.
- FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 17, n. 2, p. 496-509, 2015.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje: os seres vivos**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- MALAJOVICH, M. A. M. **Biotecnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2016.
- MARKO, G.; PATACA, E. M. Concepções de ciência e educação: contribuições da história da ciência para a formação de professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 45, e186743, 2019.

- MENDONÇA, V. **Biologia**. 3 ed. São Paulo: Editora ASJ, 2016.
- MIGUEL KAPP, A.; PORTO GOMES, T. H.; TROMBETA FAGÁ, I.; FRIEDERICHS LANDIM, M. Biotecnologia e produção de alimentos: uma análise a partir da perspectiva CTS nos livros didáticos de biologia. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 4781-4786, 2017.
- OGO, M. Y.; GODOY, L. P. **Contato biologia**, 3º ano. São Paulo: Quinteto, 2016.
- PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; BAZZO, W. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, p. 71-84, 2007.
- PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C. D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.
- PORTELA, S. IC.; LARANJEIRAS, C. C. O estudo de casos históricos como estratégia de articulação da dimensão cultural da ciência na sala de aula. **Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ATAS DO V ENPEC**, n. 5, 2005.
- SÁ NETO, C. C.; LIMA, N. M.; SILVEIRA, T. C.; ANDRADE, T. J. A. S. Tópicos de biotecnologia uma perspectiva nos livros didáticos de biologia do ensino médio a partir do PNLD. **Acta Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 39-56, 2020.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, [S. l.], v. 1, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.
- SCHLESENER, A. H. Hegemonia e Cultura: a dimensão política da educação e a formação escolar em Antonio Gramsci. **Revista Novos Rumos**, [S. l.], v. 50, n. 2, 2013.
- SEPINI, R. P.; MACIEL, M. D. A história da Ciência no Ensino de Ciências: o que pensam os graduandos em Ciências biológicas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2016.
- SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia**, 3: ensino médio. 11 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- SOUZA, C. L. P de.; GARCIA, R. N. Uma análise do conteúdo de Botânica sob o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 111-130, 2019.
- SUAIDEN, E. J.; OLIVEIRA, C. L. Dimensão social do conhecimento. In: **Inteligência, informação e conhecimento**, Brasília: Unesco; Ibict, p. 99-114, 2006.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P. **Conexões com a Biologia**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- TOZONI-REIS, M. F. C.; TALAMONI, J. L. B.; RUIZ, S. S.; NEVES, J. P.; TEIXEIRA, L. A.; CASSINI, L. F.; FESTOZO, M. B.; JANKE, N.; SILVA MAIA, J. S.; SANTOS, H. M. S.; CRUZ, L. G.; MUNHOZ, R. H. A inserção da educação ambiental na educação básica: que fontes de informação os professores utilizam para sua formação?. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 359-377, 2013.
- VIECHENESKI, J. P. **Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza para os anos iniciais do ensino fundamental**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.