



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO (PROPIP)
CAMPUS SALGUEIRO
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E
MATEMÁTICA**

ELAYNE CRISTINA RAMOS VILANOVA

**ANÁLISE DO CONTEÚDO DE BIOTECNOLOGIA EM LIVROS
DIDÁTICOS DO PNL D 2021 E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA UMA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Salgueiro - PE

2024

ELAYNE CRISTINA RAMOS VILANOVA

**ANÁLISE DO CONTEÚDO DE BIOTECNOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO
PNLD 2021 E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA UMA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática.

Orientador: Dr. Pedro Lemos de Almeida Júnior

Coorientador(a): Me. Felipe Costa Lemos

Salgueiro - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V696 Vilanova, Elayne Cristina Ramos.

Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos do PNL D 2021 e sua contribuição para uma alfabetização científica / Elayne Cristina Ramos Vilanova. - Salgueiro, 2024.
20 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Pedro Lemos de Almeida Júnior.
Coorientação: Msc. Felipe Costa Lemos.

1. Ciências da natureza. 2. Ensino médio. 3. Indicadores de alfabetização científica. 4. Recursos educacionais. I. Título.

CDD 372.35

O artigo “**Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos do PNL D 2021 e sua contribuição para uma alfabetização científica**”, autoria de **Elayne Cristina Ramos Vilanova**, foi submetida à Banca Examinadora, constituída pela ERHS/IFSertãoPE, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, outorgado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE.

Aprovado em 13 de maio de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Lemos de Almeida Júnior – IFSertãoPE
(Presidente)

Prof. Dr. Gláucia Diojânia Azevêdo Medeiros – IFPB
(1º Examinador)

Prof. Dra. Cintia Luiza Mascarenhas de Souza Albuquerque – IFSertãoPE
(2ª Examinadora)



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos do PNLD 2021 e sua contribuição para uma alfabetização científica**, sob orientação de Pedro Lemos de Almeida Junior e coorientação de Felipe Costa Lemos, apresentada pela aluna **Elayne Cristina Ramos Vilanova (202227120005)** do Curso **ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA (Salgueiro)**. Os trabalhos foram iniciados às 10:00h pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Pedro Lemos de Almeida Junior** (Presidente)
- **Cintia Luiza Mascarenhas de Souza Albuquerque** (Examinadora Interna)
- **Gláucia Diojânia Azevêdo Medeiros** (Examinadora Externa)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): 100

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Pedro Lemos de Almeida Junior** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
gov.br GLAUCIA DIOJANIA AZEVEDO MEDEIROS
Data: 17/05/2024 13:38:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Salgueiro / PE, 13/05/2024

Pedro Lemos de Almeida Junior:07967021444
Assinado de forma digital por Pedro Lemos de Almeida Junior:07967021444
Dados: 2024.05.20 10:00:23 -03'00'

Gláucia Diojânia Azevêdo Medeiros
Documento assinado digitalmente

Pedro Lemos de Almeida Junior

gov.br CINTIA LUIZA MASCARENHAS DE SOUZA ALBUQUERQUE
Data: 20/05/2024 09:43:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cintia

querque



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v12i2.xyz

Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos do PNLD 2021 e sua contribuição para uma alfabetização científica

Biotechnology content analysis in textbooks of PNLD 2021 and its contribution to scientific literacy

VILANOVA, Elayne Cristina Ramos. Mestranda/Ciências Biológicas

Universidade Federal de Pernambuco - campus Recife. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 50670-901 / Telefone: (89) 98113.5577/ E-mail: elaynecristinasl17@gmail.com

LEMOS, Felipe Costa. Mestre em Ensino de Ciências/Química

Telefone: (81) 99961.6253 / E-mail: felipecostalemos@gmail.com

ALMEIDA JÚNIOR, Pedro Lemos. Doutor em Química/Química

BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro/PE - CEP: 56000-000 / Telefone: (81) 99642.0660 / Email: pedro.lemos@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO

A biotecnologia é um campo em ascensão, com um vasto conhecimento científico aplicável em diferentes setores. Contudo, as informações providas dessa área, por muitas vezes, são apresentadas superficialmente pela mídia, o que reforça a importância da sua divulgação nos meios acadêmicos. Desse modo, objetivou-se investigar à luz de diferentes abordagens e sob uma ótica da Alfabetização Científica, como os conteúdos relacionados a biotecnologia são abordados em livros didáticos de Ciências da Natureza do ensino médio. Para conduzir esta pesquisa, foram analisados sete livros (LD1-7) aprovados pelo PNLD 2021, considerando critérios de abordagem teórica, metodológica, visual, complementar e ética, e sua relação com os Indicadores da Alfabetização Científica (IAC). Todos os livros analisados apresentaram algum tipo de lacuna, especialmente na adequação e contextualização (LD2-LD3) e na conexão com o cotidiano (LD1-LD4). A linguagem científica mostrou-se acessível em todos os livros, e a presença de atividades/exercícios e incentivo a pesquisa foi notada na maioria. Os recursos visuais variaram, com o LD1 e LD3 apresentando figuras claras e contextualizadas, enquanto o LD2 e LD5 se mostraram escassos. O LD3 careceu de recursos complementares, já o LD5 se mostrou mais completo. Por fim, todos os livros discutiram aplicações éticas e impactos da biotecnologia e quanto aos IAC os livros propiciaram a ocorrência de pelo menos quatro dos oito indicadores descritos. Embora tenham sido identificadas inconsistências nos livros analisados, preencher essas lacunas pode fortalecer a compreensão e o interesse dos alunos pela biotecnologia e garantir uma abordagem mais completa e direcionada à Alfabetização Científica.

Palavras-chave: ciências da natureza, ensino médio, indicadores de alfabetização científica, recursos educacionais

ABSTRACT

Biotechnology is a burgeoning field, with vast scientific knowledge applicable across various sectors. However, information from this area is often presented superficially by the media, underscoring the importance of its dissemination in academic circles. Thus, the aim was to investigate, in light of different approaches and from the perspective of Scientific Literacy, how biotechnology-related content is addressed in high school Natural Sciences textbooks. To conduct this research, seven books



(LD1-7) approved by PNLD 2021 were analyzed, considering criteria of theoretical, methodological, visual, complementary, and ethical approach, and their relation to Scientific Literacy Indicators (SLI). All analyzed books exhibited some sort of gap, especially in adequacy and contextualization (LD2-LD3) and connection with everyday life (LD1-LD4). Scientific language proved accessible in all books, and the presence of activities/exercises and research encouragement was noted in the majority. Visual resources varied, with LD1 and LD3 presenting clear and contextualized figures, while LD2 and LD5 were sparse. LD3 lacked complementary resources, whereas LD5 appeared more comprehensive. Finally, all books discussed ethical applications and impacts of biotechnology, and regarding SLI, the books facilitated the occurrence of at least four out of the eight described indicators. Although inconsistencies were identified in the analyzed books, filling these gaps can strengthen students' understanding and interest in biotechnology and ensure a more comprehensive and directed approach to Scientific Literacy.

keywords: natural sciences, high school, scientific literacy indicators, educational resources

Introdução

A biotecnologia é um campo multidisciplinar que integra várias áreas de conhecimento, e que vem gerando ao longo dos anos uma quantidade significativa de produções científicas e inovações tecnológicas para a otimização de produtos e processos amplamente presentes no nosso cotidiano (MORAES; ALMEIDA, 2019).

Em geral, a biotecnologia está presente nos setores industriais, alimentícios, terapêuticos e farmacêuticos, e tem como objetivo produzir tecnologias por meio do uso ou da modificação de materiais biológicos, ou seja, é uma técnica que visa a transformação de organismos vivos ou de parte deles para a produção de conhecimentos, bens ou serviços (NETO; ALMEIDA, 2020; OECD, 2005).

Em suma, a biotecnologia é um campo da ciência cada vez mais reconhecido pela sua relevância para a sociedade, e a crescente divulgação deste tema através dos meios de comunicação tem proporcionado que diversos conteúdos sejam apresentados em materiais didáticos e nas escolas de educação básica (VERISSÍMO et al., 2020). No entanto, vale ressaltar que os conhecimentos obtidos a partir das bases teóricas da biotecnologia e de suas aplicações são apresentados de forma superficial em reportagens de jornais/revistas e em mídias eletrônicas, em determinados casos chegando a distorcer fatos, não evidenciando adequadamente os prós e contras dos produtos biotecnológicos para a sociedade (BATISTA; SILVA, 2019).

Desse modo, visto que os avanços da ciência e da tecnologia provocam grandes mudanças no meio social, econômico e cultural, a gama de informações provindas das descobertas científicas na área da biotecnologia devem ser expandidas nos meios acadêmicos para promover a comunicação em massa, ou seja, a compreensão das pesquisas científicas que são disseminadas pela mídia (FERREIRA; AQUINO; FERREIRA,



2020). Além de contribuir para que os estudantes tenham uma formação científica e tecnológica essencial para o seu desenvolvimento humano (LIMA; SANTOS, 2022). Pois, embora seja uma ciência teoricamente antiga, a biotecnologia ganha nos espaços escolares ainda pouca evidência, já que esta é vista apenas como parte integradora da disciplina de biologia, impossibilitando aos alunos a percepção da importância que essa área representa (ALVES; LIMA; COSTA, 2019). Desta maneira, torna-se necessário promover no âmbito escolar a difusão do conhecimento biotecnológico, de modo a estimular a Alfabetização Científica e a reflexão crítica acerca desse tema pelos estudantes (PELIZZARI; SILVA; FELIPE, 2022).

Em geral, a Alfabetização Científica configura-se na área do ensino de Ciências como uma ação vinculada a objetivos formativos voltada para a compreensão de elementos da atividade científica e seu uso contribui para a análise de situações e tomada de decisões (SILVA; SASSERON, 2021). Isto é, o ensino-aprendizado quando pautado na Alfabetização Científica implica em três dimensões: a compreensão de termos e conceitos científicos básicos, a compreensão da natureza do método científico e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), as quais visam à formação da cultura científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A difusão do ensino de biotecnologia no ambiente escolar oferece para os alunos subsídios para a Alfabetização Científica ao ofertar uma gama de conhecimentos sobre as aplicações das técnicas biotecnológicas na sociedade que podem contribuir com formação do caráter social dos mesmos (DA SILVA; SILVA, 2023). Assim, a Alfabetização Científica com foco no ensino de biotecnologia deve fornecer aos alunos conhecimento científico suficiente para que os mesmos saibam interpretar os fenômenos e resolver problemas que são derivados da sua realidade e posteriormente os de esfera global (ALVES; COSTA, 2020).

O livro didático (LD), por exemplo, é um material que pode ser usado para promover uma visão crítica e a Alfabetização Científica, desde que o mesmo seja utilizado como um indutor da aprendizagem (SARTURI; DALLAVECHIA; ARAÚJO, 2018). Nesse sentido, deve-se considerar que no desenvolvimento da prática educativa é necessário estabelecer prioridades para conduzir os procedimentos pedagógicos, e uma dessas prioridades é a seleção dos conteúdos que constituem os livros didáticos (SANTOS; SANTOS; QUEIROZ, 2022).



Por essa razão, haja vista a importância da biotecnologia e do livro didático, surgem as seguintes questões: Como a biotecnologia, um conjunto multidisciplinar de conhecimentos, vem sendo abordada nos livros didáticos do PNLD? A forma com que esses conteúdos são apresentados, favorece o aprendizado e a Alfabetização Científica?

Ademais, sabendo-se que o bom uso do livro didático depende da constante interação e mediação do professor com o livro didático e o aluno, torna-se essencial que o mesmo apresente diversas formas de linguagem para que o aluno possa analisar diferentes contextos com base na sua realidade cotidiana (SÁ NETO et al., 2020). Nesse cenário, considerando que há uma diversidade de conhecimentos e técnicas associadas à biotecnologia, se faz necessário que essa temática tenha uma abordagem inovadora no contexto do livro didático, abordando não só o conhecimento de leis e teorias, mas também o conhecimento dos métodos e estruturas de desenvolvimento (NASCIMENTO; SARAIVA, 2019).

Diante dessa perspectiva, analisar os conteúdos de biotecnologia nos livros didáticos é um importante instrumento para diagnosticar abordagens que podem estar erroneamente inseridas, desatualizadas e sem contextualização com a realidade dos discentes, a fim de facilitar o entendimento dos conceitos biológicos e promover a melhoria no processo de ensino-aprendizagem (PEIXE et al., 2017).

Sob esse contexto, visto que a biotecnologia está cada vez mais vinculada ao dia a dia dos estudantes, pretendeu-se com essa pesquisa investigar a partir de diferentes critérios, como os conteúdos relacionados a biotecnologia são abordados em livros didáticos de Ciências da Natureza do ensino médio, propondo-se a identificar problemas conceituais e práticos e, conseqüentemente, jogar luz a lacunas de informações indispensáveis, bem como identificar a sua contribuição para a promoção da Alfabetização Científica e o papel dos mesmos na formação de alunos mais conscientes sobre as aplicações e os impactos dessa área na sociedade.

Material e métodos

A presente proposta foi realizada através de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, a partir de uma análise descritiva dos conteúdos de biotecnologia de sete livros didáticos de Ciências da Natureza do 3º ano do Ensino Médio, nomeados como LD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6 e LD7 (Quadro 1), aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD 2021) (BRASIL, 2021).

**Quadro 1** - Livros didáticos de Ciências da Natureza implementados pelo PNLD 2021 e selecionados para análise

Livro	Título	Autores	Volume analisado	Editora	Ano
LD1	Ciências da natureza - Lopes & Rosso	Sônia Lopes e Sergio Rosso	Volume 6 - Mundo tecnológico e Ciências aplicadas	Moderna	2020
LD2	Conexões - Ciências da natureza e suas tecnologias	Miguel Thompson e colaboradores	Volume 5 - Terra e equilíbrios	Moderna	2020
LD3	Moderna plus - Ciências da natureza e suas tecnologias	José Mariano Amabis e colaboradores	Volume 5 - Ciência e tecnologia	Moderna	2020
LD4	Multiversos - Ciências da natureza	Leandro Godoy e colaboradores	Volume 6 - Ciência, tecnologia e cidadania	FTD	2020
LD5	Ser protagonista Ciências da natureza e suas tecnologias	Ana Fukui e colaboradores	Volume 6 - Vida, saúde e genética	SM	2020
LD6	Diálogo - Ciências da natureza e suas tecnologias	Kelly Cristina dos Santos e colaboradores	X	Moderna	2020
LD7	Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar	Eduardo Mortimer e colaboradores	X	Scipione S.A.	2020

Fonte: Os autores (2024). Extraído do Guia digital do PNLD 2021 (Brasil, 2021).

Em geral, a pesquisa qualitativa tem como foco a utilização de diferentes perspectivas, modalidades, abordagens, metodologias, desenhos e técnicas para o planejamento, condução e avaliação de estudos, questionamentos ou investigações interessadas em descrever, explicar, compreender, entender ou superar situações sociais ou educacionais de forma investigativa (GONZÁLEZ, 2020). A análise de conteúdo consistiu em três etapas: pré-análise (seleção dos materiais, formulação de hipóteses e objetivos); exploração do material (codificação dos dados por meio de regras previamente definidas); e o tratamento dos resultados, inferências e interpretação (construção de quadros, tabelas ou gráficos com as informações fornecidas pela análise) (BARDIN, 2016).

Desse modo, para a execução da análise proposta foram definidos previamente alguns conteúdos básicos e atuais relacionados à biotecnologia, são eles: engenharia genética, DNA recombinante, células-tronco, PCR (Polymerase Chain Reaction), CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat), vacinas gênicas, enzimas de restrição, clonagem, transgênicos e terapia gênica. E baseando-se em trabalhos semelhantes realizados por Sá Neto et al. (2020) e Silva; Junior (2017), para esses conteúdos, observou-se os seguintes aspectos: presença ou ausência dos conteúdos nos livros, precisão conceitual e atualização do vocabulário,



qualidade das imagens, presença de exercícios e exemplos elucidativos, textos complementares para leitura e sugestões de outras fontes. Esses aspectos, por conseguinte, com base nos critérios de análise foram agrupados em categorias de abordagem teórica, metodológica, visual, complementar e ética (Quadro 2).

Quadro 2 - Critérios qualitativos de análise dos livros didáticos

Tipo de Abordagem	Critérios de Análise
Abordagem teórica	Observar a adequação do conteúdo científico aos níveis cognitivos dos alunos, a clareza e concisão da linguagem utilizada, a presença de erros conceituais ou informações incorretas, a contextualização do conteúdo ao cotidiano dos alunos e a atualidade dos textos.
Abordagem metodológica	Verificar se há incentivo à pesquisa, oferecimento de atividades práticas e/ou experimentais e exercícios que apresentem conexão com o cotidiano e com o conteúdo trabalhado.
Abordagem visual	Analisar outros elementos informativos (imagens e figuras), no que se refere a qualidade (nitidez e cor), presença de legenda e relação com o conteúdo abordado.
Abordagem complementar	Verificar a presença de textos complementares, curiosidades, glossários e sugestão de informações em outras fontes.
Abordagem ética	Analisar a existência ou não de textos que exemplifiquem os impactos e as aplicações éticas das técnicas biotecnológicas na sociedade e no meio ambiente.

Fonte: Adaptado de Sá Neto *et al.* (2020) e Silva; Junior (2017).

Ainda de acordo com os critérios analisados, os conteúdos foram classificados como: “conteúdo abordado sem lacunas”, “conteúdo não abordado” ou “conteúdo abordado com lacunas”, onde tais lacunas puderam ser identificadas ou não após a leitura e análise dos livros didáticos (Quadro 3).

Quadro 3 - Tipos de lacunas que poderiam ser apresentadas pelos livros didáticos

	Lacunas
A	Ausência de informações complementares
B	Informações que induzem a interpretações errôneas
C	Vocabulário desatualizado
D	Erros ortográficos
E	Falta de contextualização
F	Falta de recursos adicionais
G	Falta de coerência entre texto e imagem
H	Imagem com qualidade ruim e/ou sem legenda

Fonte: Adaptado de Silva; Junior (2017).

Por fim, os conteúdos foram analisados quanto a sua relação com os oito indicadores (I1-I8) da Alfabetização Científica (IAC) (Quadro 4), propostos por Pizarro e Junior, na busca por constatar se os livros levantam situações nas quais os estudantes venham a se posicionar e se sentir responsáveis pelo conhecimento que produzem como discentes e, no futuro, como cidadãos e futuros pesquisadores em Ciências (PIZARRO; JUNIOR, 2015).

**Quadro 4 - Indicadores de Alfabetização Científica e os questionamentos a serem abordados pelos mesmos**

Indicadores	Questionamento a ser abordado
11-Articular ideias	O conteúdo permite que o aluno possa demonstrar relações entre o conhecimento teórico e seu cotidiano?
12-Investigar	O conteúdo apresenta atividades em que o aluno precisa buscar no conhecimento científico respostas e explicações para tais questionamentos?
13-Argumentar	O conteúdo favorece momentos de debate e discussão para ampliar a qualidade dos argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos?
14-Ler em Ciências	O conteúdo possibilita que o aluno realize a leitura de tabelas, texto escrito, relatórios, gráficos e experimentação para o reconhecimento de características típicas do gênero científico?
15-Escrever em Ciências	O conteúdo envolve a produção de textos científicos em prol do posicionamento crítico do aluno?
16-Problematizar	O conteúdo oportuniza ao aluno questionar sobre os usos e os impactos que a ciência tem sobre o seu cotidiano, na sociedade e sobre o meio ambiente?
17-Criar	O conteúdo oportuniza ao aluno apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemas que envolvam a ciência?
18-Atuar	O conteúdo apresenta situações onde o aluno possa se posicionar diante dos desafios sociais e ambientais, se compreendendo como um agente de mudança?

Fonte: Adaptado de Pizarro; Junior (2015) e Bispo (2022).

Resultados e discussão

Através de uma análise prévia foi verificado que duas coleções de livros didáticos (LD6 e LD7) aprovadas pelo PNLD 2021 (Quadro 1), não apresentavam em nenhum dos volumes conteúdos relacionados a biotecnologia. Portanto, estes livros foram descartados das próximas etapas devido à impossibilidade de realizar a análise pelos critérios pré-estabelecidos. A defasagem observada nesses livros compromete não só a qualidade do material didático, como também pode gerar implicações no desempenho e aprendizagem dos estudantes, já que a biotecnologia traz temáticas relevantes que deveriam ser abordadas e discutidas em sala de aula, a fim de contribuir ativamente com a formação dos mesmos.

Sendo assim, para a análise proposta foram selecionadas cinco das sete coleções de livros de Ciências da Natureza descritos no guia PNLD 2021, avaliando os volumes que contemplam a temática de biotecnologia (Quadro 1).

Quanto à presença ou ausência dos conteúdos nos livros didáticos (Tabela 1), estes se apresentaram por completo (100%) no LD1, e em menor quantidade no LD2 apenas três (30%) dos conteúdos selecionados. Alguns conteúdos se apresentaram como tópicos ou subtópicos, já outros foram expostos de forma complementar entre os textos.



Tabela 1 - Levantamento dos conteúdos de biotecnologia nos livros didáticos

Conteúdos	Livros				
	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
Engenharia genética	X	X	X	X	-
DNA recombinante	X	-	X	X	X
Células-tronco	X	-	-	X	X
PCR	X	-	-	-	-
CRISPR	X	-	-	-	-
Vacinas gênicas	X	-	-	X	X
Enzimas de restrição	X	-	X	X	X
Clonagem	X	X	X	X	X
Transgênicos	X	X	X	X	X
Terapia gênica	X	-	X	X	X

Legenda: (x) conteúdo presente (-) conteúdo ausente

Fonte: Os autores (2024).

Análise qualitativa dos livros didáticos

De modo geral, todos os livros didáticos analisados apresentaram algum tipo de lacuna ao abordar os conteúdos relacionados a biotecnologia, apenas as lacunas C e D não foram identificadas. Os principais resultados da análise estão resumidos no quadro 5.

Quadro 5 - Resultados da análise dos conteúdos de acordo com os critérios de cada abordagem

Tipo de abordagem		Livros analisados				
		LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
Abordagem teórica	Adequação do conteúdo		A e F	A		
	Clareza e concisão da linguagem					
	Erros conceituais e/ou informações incorretas			B		
	Contextualização com o cotidiano e atualidade dos textos		E			
Abordagem metodológica	Incentivo à pesquisa					
	Atividades práticas e/ou experimentais					
	Exercícios	E	A e E			A
Abordagem visual	Qualidade (nitidez e cor)		H		F	H
	Presença de legenda		A		A	A
	Relação com o conteúdo		G		G	
Abordagem complementar	Textos complementares					
	Curiosidades e/ou glossários					
	Sugestão de informações em outras fontes					
Abordagem ética	Impactos e as aplicações éticas das técnicas biotecnológicas		A			A



Legenda: Verde: conteúdo abordado sem lacunas | Vermelho: conteúdo não abordado | Azul: conteúdo abordado com lacunas.

A:Ausência de informações complementares, B:Informações que induzem a interpretações errôneas, C:Vocabulário desatualizado, D:Erros ortográficos, E:Falta de contextualização, F:Falta de recursos adicionais, G:Falta de coerência entre texto e imagem, H:Imagem com qualidade ruim e/ou sem legenda

Fonte: Os autores (2024).

Abordagem teórica

Nessa abordagem, verificou-se que os livros LD2 e o LD3 exibiram lacunas em pelo menos dois dos critérios analisados. No geral, o LD2 trouxe uma abordagem muito sucinta, com a ausência de informações relevantes que permitiriam uma melhor compreensão do que está sendo abordado e com exemplos que fazem pouca contextualização com o cotidiano dos alunos, ou seja, notou-se uma falta de recursos que auxiliariam o leitor a compreender o conteúdo com mais clareza. Já no LD3 foi notado a presença de informações que induzem a interpretações errôneas, uma vez que trouxe a engenharia genética e DNA recombinante como sinônimos, sendo válido ressaltar que apesar das mesmas estarem interligadas, elas não são exatamente a mesma coisa, já que a tecnologia do DNA recombinante é vista como uma técnica da engenharia genética, como é relatado no LD4. Um outro ponto presente do LD3 foi não enfatizar a diferença entre OGM (organismo geneticamente modificado) e transgênico, que está bem especificado nos demais livros.

Ainda nesse quesito, notou-se que em relação a contextualização com o cotidiano o LD1 e o LD4 se mostraram bastante completos, trazendo informações relevantes sobre diferentes aplicações da biotecnologia para a sociedade, exemplificando por exemplo, que através de organismos vivos manipulados, como fungos e bactérias, é possível produzir pães, vinhos, cervejas, iogurtes e queijos. O LD1 ressaltou também sobre a importância da engenharia genética no sequenciamento do genoma do novo coronavírus (SARS-CoV-2), uma pandemia global vivenciada por todos, onde o sequenciamento permitiu entender as peculiaridades desse vírus, a compreensão da doença e a busca por tratamentos e vacinas.

No geral, a contextualização é uma ferramenta utilizada na educação para possibilitar o protagonismo dos educandos e o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, visto que sua aplicação através de dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural do aluno possibilita instigar habilidades cognitivas já adquiridas e estabelecer uma ponte entre a teoria e a prática aplicada numa realidade próxima do estudante (DA SILVA; SILVA, 2023). Dessa forma, quando há



uma falta de interação do conteúdo ensinado com o cotidiano, cabe ao professor buscar alternativas que promovam novos canais de comunicação, a fim de potencializar a autonomia do aluno, tornando-o parte ativa no processo de aprendizagem (DE SOUSA *et al.*, 2021).

Todos os livros didáticos apresentaram uma linguagem objetiva, clara e de fácil compreensão sem usar termos muito complexos para transmitir os conteúdos. Sendo observado no LD1 alguns termos de linguagem para facilitar o entendimento, como o significado em inglês e em português de diferentes siglas (PCR e CRISPR) e os termos “tesouras moleculares” e “mãe de aluguel” para se referir as enzimas de restrição e explicar o processo de clonagem animal, respectivamente.

Sobre essa questão, Oliveira Souza *et al.* (2020) enfatizam que a linguagem científica utilizada nos livros didáticos deve estar adequada ao nível cognitivo do discente, pois, o domínio da linguagem pelo aluno interfere na compreensão dos conceitos científicos e transforma-se num importante instrumento de desenvolvimento dos processos cognitivos e conduz a construção do próprio conhecimento (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Abordagem metodológica

As atividades práticas são importantes para melhorar a compreensão de um determinado tema e permitir a obtenção de maior atenção dos alunos no decorrer das aulas, no geral, a teoria em conjunto com a prática busca meios que possibilitam a construção do conhecimento com experiências do cotidiano, que são essenciais para a consolidação do processo de ensino aprendizagem (MENEZES; FONSECA; PEDREIRA, 2020).

Na análise dessa abordagem foi verificado na maioria dos livros, a presença de atividades práticas e lista de exercícios ao final da explanação dos conteúdos. O LD1 apresentou uma lista de exercícios bem elaborada com questões objetivas e discursivas abrangendo todos os conteúdos analisados, porém com pouca contextualização, pois os exercícios eram de vestibulares e tinham como foco a memorização de conceitos para sua resolução, e foi notável também uma falta de incentivo à pesquisa e a ausência de atividades práticas e/ou experimentais.

Já o LD2 e o LD5 trouxeram incentivo à pesquisa ao propor para os alunos uma pesquisa sobre quais setores da sociedade são mais ativos no combate ao cultivo de OGMs e sobre a procura por embalagens de alimentos que contenham o símbolo “T”,



buscando enfatizar a importância da rotulagem de produtos contendo transgênicos. Na lista de exercícios do LD2 não foi abordada nenhuma questão relacionada à biotecnologia, mas, foi proposto ao final uma atividade prática em grupo visando responder questões relacionadas aos alimentos transgênicos, em uma estratégia de júri simulado. O LD3 apresentou três atividades práticas de pesquisa distribuídas ao longo dos conteúdos, além disso, trouxe quatro questões para fixação e uma lista de exercícios final englobando todos os conteúdos. O LD4 além dos exercícios, apresentou alguns questionamentos adicionais sobre OGMs e células-tronco embrionárias. Apesar de não apresentar uma lista de exercícios completa, o LD5 propôs três roteiros de estudo envolvendo a produção de vacinas gênicas, transgênicos na agricultura e clonagem reprodutiva para complementar os conteúdos expostos. Em geral, verificou-se que na maioria dos livros as atividades/exercícios apresentaram conexão com o cotidiano, propuseram trabalhos prático-investigativos em grupo e trabalharam a argumentação e criticidade.

Os exercícios são de grande importância para a fixação dos conteúdos, pois permitem que o estudante reveja o que foi estudado de formas variadas e em diferentes situações, e quando propõe questões com problematização possibilita a formação do aluno como um cidadão crítico e consciente da sociedade em que está inserido, sendo capaz de transformar sua realidade e construir seu próprio conhecimento (MENEZES; FONSECA; PEDREIRA, 2020). Já as atividades em grupo visam a construção coletiva de conhecimentos, possibilitando a troca de experiências e de percepções acerca de um determinado assunto (HARTMANN; HERMEL, 2021).

Abordagem visual

Os recursos visuais são elementos fundamentais nos livros didáticos, uma vez que auxiliam na compreensão e enriquecimento da leitura do texto. No entanto, eles devem estar adequados à finalidade para os quais foram elaborados, além de serem objetivos, claros e de fácil compreensão, de modo a despertar a curiosidade e a reflexão por parte dos alunos (JÚNIOR *et al.*, 2023).

Nesse contexto, ao analisar esse critério, verificou-se que os cinco livros contemplaram tal abordagem, mas os livros LD1 e LD3 se mostraram mais completos, nesse aspecto, trazendo figuras com qualidade de nitidez e cores de forma clara e coerente com o texto, e com a presença de legendas autoexplicativas. No LD2 foi verificado uma escassez de recursos adicionais, pois estava presente apenas uma



única figura relacionada com a clonagem da ovelha Dolly, mas sem relação entre texto e figura. O LD4 explorou em uma figura sobre as etapas do processo de fabricação da insulina uma valorização de recurso verbal, com ausência de recursos não verbais que facilitariam o melhor entendimento do processo, além disso, as figuras não estavam enumeradas e nem descritas no texto. Já no LD5 foi observado algumas imagens sem identificação, não sendo possível fazer relação com o conteúdo escrito.

Abordagem complementar

Essa categoria configura-se como uma prática educativa importante, pois incentiva o aluno a procurar novos conhecimentos por meio de elementos diferenciados, já que são apresentados locais nos quais os mesmos devem realizar a busca, e geralmente podem abordar assuntos que não foram muito debatidos no decorrer do capítulo (HARTMANN; HERMEL, 2021).

Nessa abordagem verificou-se um maior grau de limitação em relação às demais, sendo observado que o LD3 não apresentou nenhum dos critérios analisados e que apenas o LD5 se mostrou completo em relação aos recursos. Os livros LD1, LD2 e LD5 sugeriram informações em outras fontes, como sites, vídeos, filmes e livros através do tópico “Fique por dentro” e “Para explorar”, presente ao longo de quase todos os conteúdos. O LD2 trouxe ainda um texto complementar sobre a bioética. O LD4 abordou informações adicionais por meio do tópico “Saiba mais” e o LD5 apresentou ainda glossários “De olho no conceito” para explicar alguns termos e dois textos complementares sobre a biopirataria e biotecnologia e direitos animais.

Os recursos didáticos são de grande importância para que os estudantes se apropriem dos conceitos inerentes à aprendizagem, assim recursos complementares ou adicionais encontrados nos livros didático são usados para facilitar e direcionar a interação com o livro e facilitar o diálogo entre aluno e professor, bem como para oferecer novas oportunidades de exercitar o conhecimento em construção e proporcionar uma melhor compreensão das informações trabalhadas ao longo dos conteúdos (SÁ NETO *et al.*, 2020). Nesse contexto, a ausência desses elementos, especificamente, no LD3 pode representar uma limitação no aprendizado dos alunos.

Abordagem ética

Em todas as obras didáticas analisadas foram observadas aplicações ou



impactos das técnicas biotecnológicas, na agricultura e pecuária, na produção de vacinas e na terapia gênica. Outra aplicação que foi discutida em todos os livros foi a produção de insulina humana pela tecnologia do DNA recombinante e o clássico exemplo de clonagem da ovelha Dolly, com exceção do LD3.

O LD1, por exemplo, enfatizou em vários momentos os impactos e a importância da bioética para se trabalhar de um modo geral com a engenharia genética, e em específico para as técnicas de CRISPR, clonagem e transgenia. O LD1 trouxe ainda informações sobre o primeiro clone produzido no Brasil, a bezerra Vitória, e assim como o LD3, destacou também sobre as plantas transgênicas produzidas e comercializadas no Brasil. Já o livro LD2 retratou que no Brasil, além da pecuária, a clonagem tem sido testada para a reprodução de animais ameaçados de extinção, como o lobo-guará e o gato-palheiro.

Apenas três livros (LD1, LD3 e LD4) trouxeram em ênfase a Lei Federal Brasileira de Biossegurança (Lei no 11.105/05), que estabelece as normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre as diversas aplicações da biotecnologia.

A ascensão da biotecnologia trouxe consigo temas polêmicos associados às técnicas da engenharia genética, como transgênicos, utilização de células tronco e clonagem. Dessa forma, nota-se a importância de discutir essas questões em ambientes promotores da aprendizagem e do desenvolvimento humano, como o ambiente escolar, para que as informações transmitidas principalmente pela mídia a respeito desses temas não sejam interpretadas de forma errônea (SOUZA; CONTE, 2021).

Alfabetização Científica

De acordo com Silva e Lorenzetti (2020), os indicadores têm a função de mostrar as habilidades que podem ser trabalhadas quando se deseja colocar a Alfabetização Científica em processo de construção de conhecimento. Desse modo, ao responder os questionamentos de cada indicador da Alfabetização Científica (IAC) proposto no (Quadro 4), foi possível constatar que os conteúdos de biotecnologia abordados nos livros didáticos apresentam condições, mesmo com algumas limitações, que podem favorecer a ocorrência desses IAC e alcançar os objetivos educacionais da Alfabetização Científica (Tabela 2). No entanto, corroborando com Oliveira (2019), vale ressaltar que mesmo identificando uma atividade com



potencialidade para proporcionar um determinado indicador, não pode-se afirmar que ele ocorrerá de fato, pois isso irá depender de fatores externos ligados ao livro como, por exemplo, a forma como o professor vai mediar o desenvolvimento da atividade.

Tabela 2 - Análise dos IAC nos conteúdos de biotecnologia nos livros didáticos

Indicadores de Alfabetização Científica	Livros analisados				
	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
I1-Articular ideias	x	x	x	x	x
I2-Investigar	x	x	x	x	x
I3-Argumentar	-	x	x	x	x
I4-Ler em Ciências	x	x	x	x	x
I5-Escrever em Ciências	-	x	x	-	x
I6-Problematizar	x	x	x	x	x
I7-Criar	-	x	x	-	-
I8-Atuar	-	x	x	-	-

Legenda: (x) IAC presente (-) IAC ausente

Fonte: Os autores (2024).

Quanto ao IAC **articular ideias**, todos os livros analisados proporcionam uma certa interação dos conteúdos com o cotidiano vivenciado pelos alunos. No geral, esse indicador tem como objetivo promover interações do conhecimento teórico com o conhecimento prático, dessa forma, se faz necessário que o livro ofereça atividades que possibilitem conexões com o mundo real e estimulem o aluno a manifestar o conhecimento aprendido, seja pela oralidade ou pela escrita (SANTOS; SHIGUNOV; LORENZETTI, 2022).

Na IAC **investigar** verificou-se que todos os livros analisados estimulam o processo investigativo através de atividades em que o aluno precisa buscar respostas e explicações no conhecimento científico. Para Santos (2021), essas atividades que oportunizam momentos de pesquisa são essenciais para que esse indicador seja desenvolvido. No entanto, cabe ao professor mostrar o caminho para que as pesquisas sejam estabelecidas mediante os padrões científicos ou que pelo menos permitam que os estudantes tenham contato com elas.

Relacionado ao IAC **argumentar** ao analisar os livros constatou-se que eles propiciam, com exceção do LD1, o desenvolvimento da argumentação, pois trazem questionamentos que oportunizam aos alunos expressar sua opinião sobre o conhecimento adquirido. Sobre essa questão, Sasseron (2015) enfatiza que no âmbito das Ciências, a argumentação configura-se como uma forma de comunicar conhecimentos e ideias sob novas perspectivas, considerando que a linguagem



científica é, por natureza, uma linguagem argumentativa.

Ao tratar do IAC **ler em Ciências**, foi possível verificar que o mesmo está presente em todos os livros analisados. Isso se dá devido ao fato de que próprio livro didático se caracteriza como um exemplo de gênero textual científico, já que é composto por elementos característicos deste tipo de gênero textual, como: conceitos científicos, apresentação de resultados, gráficos, tabelas, infográficos e esquemas, que buscam sintetizar as informações a respeito de um determinado assunto (OLIVEIRA, 2019).

Já o IAC **escrever em Ciências** se mostrou presente apenas no LD2, LD3 e LD5, não sendo notado nos outros livros atividades que propiciassem a produção de textos com características do gênero textual científico ou textos em que os alunos precisassem apresentar um posicionamento crítico referente a problemas relacionados aos conteúdos estudados. Corroborando com isso, Pagotti (2023), ressalta que os livros didáticos acabam dando menos espaço para produção de textos escritos e outros elementos representativos do gênero textual científico, não valorizando a capacidade dos alunos produzirem textos de qualidade. Visto que um complementa o outro uma lacuna evidenciada entre os IAC **ler** e **escrever em Ciências**, também foi observado por Pereira (2023) em seu trabalho, pois, do mesmo modo que a leitura em ciência é estimulada, a escrita também deve ser, uma vez que ela é uma das grandes propulsora da Alfabetização Científica.

Na IAC **problematizar** foi notável que os livros analisados fornecem ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da ciência no meio em que se vive, principalmente ao propor discussões sobre os benefícios e malefícios das aplicações da biotecnologia. O indicador **problematizar** pode levar o estudante ao desenvolvimento de questionamentos que são importantes na ciência como a formular hipóteses, realizar análises e reflexões críticas, a fim de superar as evidências de senso comum (SANTOS, 2021).

Em relação ao IAC **criar** o mesmo se mostrou presente apenas no LD2 e LD3, ao verificar uma atividade de júri simulado e de produção de documentário, respectivamente, que de certa forma contribuem para o desenvolvimento criativo do aluno e a construção de ideias. Considerando a atividade de júri simulado, Silva Júnior (2023) enfatiza que este indicador emerge pois os alunos são levados a



mobilizar os seus conhecimentos, informações e habilidades para construir os argumentos que serão apresentados. Para Oliveira (2019), criar é um dos principais IAC para que os alunos tornem-se alfabetizados cientificamente, já que um dos propósitos da Alfabetização Científica é que estes sejam capazes de refletir de forma crítica sobre os problemas que o avanço da tecnologia e da ciência tem sobre suas vidas, a fim de buscar soluções para os mesmos.

Por fim, o IAC atuar pode ser visualizado por meio de atividades que permitem o aluno a ser um agente de ação na sociedade, ou seja, o intuito desse IAC é promover a divulgação científica para além da sala de aula. Isso foi verificado no LD2 através da atividade de júri simulado e no LD3 através da proposta de produção de um documentário, que poderia ser em forma de vídeo ou podcast para ser divulgado em rádios e TV, e na escola em geral. Para Pagotti (2023) a principal característica deste IAC é que o aluno possa perceber a possibilidade de se tornar um agente de mudança na realidade em que está inserido, buscando transformar o meio social em que vive, de maneira individual, e que posteriormente possa incentivar os demais a agirem como ele.

Em síntese, a partir desse levantamento constou-se que referente aos IAC, os livros didáticos em estudos não apresentam uniformidade, porém, isso não inviabiliza sua utilização em sala de aula. No entanto, mesmo possibilitando a ocorrência desses IAC, Santos e Lorenzetti (2020) enfatizam que a utilização do livro didático pelos professores como fonte exclusiva de conhecimento pode limitar a promoção da Alfabetização Científica.

Conclusões

Esse estudo possibilitou uma análise sobre os conteúdos de biotecnologia nos livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio implementados pelo PNLD 2021 sob diferentes abordagens e quanto às suas potencialidades para a promoção da Alfabetização Científica. É importante destacar que, dentre os sete livros analisados, dois deles não abordaram o tema da biotecnologia, o que impossibilitou a realização das outras análises e deixou em evidência sua inadequação ao tratar dessa temática.

No geral, a partir das análises realizadas nos cinco livros didáticos que tratam sobre a temática em questão, observou-se que alguns livros prezaram pelo conteúdo, enquanto outros priorizaram a Alfabetização Científica. Em relação a explanação dos



conteúdos, por exemplo, o LD1 se mostrou mais completo, mas apresentou limitações quanto a ocorrência dos IAC. Em contrapartida, o LD2 mesmo com limitações nos conteúdos e maior índice de lacunas, conseguiu contemplar todos os IAC. Tal observação permitiu analisar a dualidade entre livros e identificar quais poderiam ser mais adequados para serem implementados em sala de aula. E segundo essa análise, o LD5 seria o mais ideal, pois apresentou sete dos dez conteúdos pré-definidos, exibiu o menor índice de lacunas e contemplou seis dos oito indicadores.

No entanto, foram identificadas algumas lacunas que podem comprometer o aprendizado dos alunos, como ausência de conteúdo, pouca contextualização do assunto abordado com o cotidiano do aluno, falta de incentivo à pesquisa e de recursos adicionais, bem como a falta de coerência entre textos e figuras. Ainda assim, constatou-se que a maioria dos livros utilizaram uma linguagem científica acessível e demonstraram as diversas aplicações e as questões éticas envolvidas nas técnicas biotecnológicas, além de apresentarem subsídios que podem contribuir com o desenvolvimento da Alfabetização Científica. Desta forma, nota-se que os conteúdos discutidos nos livros didáticos, mesmo com alguns pontos positivos, podem ser melhorados em relação aos critérios analisados, visando o desenvolvimento de uma educação de qualidade e a melhora dos níveis de aprendizagem dos discentes.

Desse modo, apesar das fragilidades encontradas nos livros analisados, a pesquisa destaca a importância de selecionar e desenvolver materiais didáticos eficazes que não apenas transmitam informações, mas que também incentivem a criticidade e promovam a Alfabetização Científica. Assim, a partir dessas análises e considerações aqui expostas, espera-se contribuir com as discussões acerca dos livros didáticos de Ciências da Natureza e com o desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas a essa área temática, que é a biotecnologia.

Referências

ALVES, L. C.; LIMA, R. A.; COSTA, H. S. **Prospecção sobre biotecnologia na percepção de estudantes do ensino fundamental**. 2019.

ALVES, L. C.; COSTA, H. S. Ensino de biotecnologia: um panorama de suas abordagens no país da biodiversidade. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 816-835, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATISTA, L. M.; SILVA, C. C. A. **Inserção do ensino da biotecnologia nos livros**



didáticos de biologia. **Biologia**, v. 5, n. 13, 2019.

BISPO, W. O. **O livro didático de Ciências da natureza e suas tecnologias: uma análise dos indicadores de Alfabetização Científica e sua relação com as habilidades do novo ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2022.

BRASIL. Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Guia digital do PNLD 2021**. Brasília, 2021. Disponível em: https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_didatico_pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias.pdf. Acesso em: 09 fev. 2023.

DA SILVA, C. E. A.; SILVA, M. de F. C. Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos de ciências da natureza do novo ensino médio. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, p. 1-13, 2023.

DE SOUSA, C. C. et al. Difundindo a Biotecnologia na sociedade: Relato de experiência extensionista no contexto da pandemia da COVID-19. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 12, n. 3, p. 311-320, 2021.

FERREIRA, S. S.; AQUINO, P. E. A.; FERREIRA, T. S. Avaliação do saber biotecnológico no ensino médio. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 2, p. 27-34, 2020.

GONZÁLEZ, F. E. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 17, p. 155-183, 2020.

HARTMANN, A. C.; HERMEL, E. do ES. As Práticas Pedagógicas nos Livros Didáticos de Ciências e de Biologia Recomendados pelo PNLD 2017 e pelo PNLEM 2018. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 3, p. 412-421, 2021.

JÚNIOR, F. M. C. et al. Avaliação dos livros didáticos de biologia: uma proposta reflexiva e comparativa acerca do conteúdo de biotecnologia. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 5, p. e1993-e1993, 2023.

LIMA, J. R.; SANTOS, L. F. M. A Biotecnologia no cotidiano escolar do ensino médio: análise da percepção dos estudantes. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. 1, p. 260-276, 2022.

MENEZES, J. P. C.; FONSECA, S. S.; PEDREIRA, A. J. L. A. Uma análise teórica sobre a temática hídrica em livros didáticos de Biologia do PNLD 2018. **Ensino em Re-Vista**, v. 27, n. 3, p. 1155-1180, 2020.

MORAES, F. N.; ALMEIDA, M. J. P. M. Teste genético preditivo de câncer de mama: uma abordagem discursiva sobre o uso de texto de divulgação científica e histórias em quadrinhos no ensino. **Temas em Educação e Saúde**, v. 15, n. 2, p. 194-203, 2019.

NASCIMENTO, Y. A. P.; SARAIVA, L. F. M. Ferramentas de bioinformática aplicadas ao ensino da biotecnologia. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 17, n. 1, p. 75-90,



2019.

NETO, A. L. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Possíveis efeitos de sentido na leitura sobre biotecnologia presente num livro didático. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, pág. e3149119823-e3149119823, 2020.

OECD (2005), “**A Framework for Biotechnology Statistics**”, OECD Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators.

OLIVEIRA SOUZA, L. de F. et al. A importância de ensinar Embriologia Humana no Ensino Médio: uma análise de livros didáticos de Biologia recomendados pelo PNLD 2018. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, v. 12, n. 26, p. 208-225, 2020.

OLIVEIRA, S. F. A. **Os indicadores de Alfabetização Científica: uma análise do tema água no livro didático de Ciências dos anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2019.

OLIVEIRA, T. et al. Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. *Educar em Revista*, n. 34, p. 19-33, 2009.

PAGOTTI, R. C. P. **Aspectos da Alfabetização Científica em temas relacionados à saúde nos livros didáticos adotados pelas escolas municipais de Araras: limites e potencialidades**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP, 2023.

PEIXE, P. D., et al. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. *Acta Scientiae*, v. 19, n. 1, 2017.

PELIZZARI, A.; SILVA, I. S.; FELIPE, M. S. S. Ensino da Biotecnologia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Novo Ensino Médio. *Concilium*, v. 22, n. 4, p. 230-247, 2022.

PEREIRA, D. R. et al. **Potencial de Alfabetização Científica em nanotecnologia nas coleções do livro “química ser protagonista” nos PNLD de 2012 a 2021**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2023.

PIZARRO, M. V.; JUNIOR, J. L. Indicadores de Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de Ciências nos anos iniciais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015.

SÁ NETO, C. C., et al. Tópicos de biotecnologia uma perspectiva nos livros didáticos de biologia do ensino médio a partir do PNLD. *Acta Tecnológica*, v. 15, n. 1, p. 39-56, 2020.

SANTOS, F. L. S.; SANTOS, T. B.; QUEIROZ, M. S. Abordagem Da Biotecnologia Nos



Cadernos De Apoio À Aprendizagem. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 5781-5683, 2022.

SANTOS, F. R. C. C. et al. **O conhecimento de biologia celular e molecular nos livros didáticos de biologia do ensino médio: potencialidades para a Alfabetização Científica e tecnológico**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2021.

SANTOS, F. R. C. C.; LORENZETTI, L. Potencialidades da educação CTS para promoção da Alfabetização Científica na abordagem temática de biologia celular nos livros didáticos do PNLD 2018. *Indagatio Didactica*, v. 12, n. 4, p. 539-558, 2020.

SANTOS, F. R. C. C.; SHIGUNOV, P.; LORENZETTI, L. Alfabetização Científica e tecnológica no ensino de biologia celular e molecular. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2022.

SARTURI, F. M.; DALLAVECHIA, G. S. O.; ARAÚJO, M. C. P. Análise de conceitos relativos ao capítulo de biotecnologia de livros didáticos do ensino médio. **Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica**, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SILVA JÚNIOR, V. C. Uma análise do júri simulado a partir dos indicadores de Alfabetização Científica. *Scientia Naturalis*, v. 5, n. 1, 2023.

SILVA, A. C.; JUNIOR, M. N. Análise do conteúdo de fungos nos livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 7, n. 3, p. 235-273, 2017.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, 2021.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A **Alfabetização Científica** nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*, v. 46, p. e222995, 2020.

SOUZA, A. M.; CONTE, H. **CIÊNCIA ACESSÍVEL. Saber Científico (1982-792X)**, v. 9, n. 1, p. 152-159, 2021.

VERÍSSIMO, É. R., et al. A biotecnologia como ferramenta de aproximação de alunos do ensino médio à iniciação científica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e06995643-e06995643, 2020.