



## ACESSO ABERTO

**Data de Recebimento:**

23/10/2022

**Data de Aceite:**

26/01/2023

**Data de Publicação:**

03/02/2023

**Revisor Por:**Lilian Lilian Buss Cardoso Kühlewein  
Maria Aurea Soares de Oliveira**\*Autor correspondente:**Carlos Eduardo Assis da Silva,  
carlooseduardoasilva@outlook.  
com**Citação:**DA SILVA, C. E. A; SILVA, M.  
F. C. análise do conteúdo de  
biotecnologia em livros didáti-  
cos de ciências da natureza do  
novo ensino médio. **Revista  
Multidisciplinar em Educação  
e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1,  
2022. [https://doi.org/10.51189/  
integrar/rema/3640](https://doi.org/10.51189/integrar/rema/3640)**ANÁLISE DO CONTEÚDO DE BIOTECNOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO NOVO ENSINO MÉDIO**Carlos Eduardo Assis da Silva <sup>1</sup>, Melissa de Freitas Cordeiro Silva <sup>2</sup><sup>1</sup> Graduando de Ciências Biológicas (Licenciatura), Centro Universitário Salesiano – UniSales. Av. Vitória, 950 - Forte São João, Vitória - ES, 29017-950.<sup>2</sup> Professora do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Salesiano – UniSales. Av. Vitória, 950 - Forte São João, Vitória - ES, 29017-950.**RESUMO**

**Introdução:** A biotecnologia está presente em vários setores da sociedade, desde a manipulação vegetal para a produção de alimentos até pesquisas que buscam desenvolver tratamentos eficazes contra doenças humanas. Logo, sua presença na educação básica e nos livros didáticos é de grande relevância, porém a reforma do Ensino Médio juntamente com a BNCC causou impactos diretos no Programa Nacional do Livro Didático, onde as obras didáticas tiveram seus conteúdos comprimidos. **Objetivo:** Analisar a abordagem metodológica utilizada nos livros didáticos de ciências da natureza do novo ensino médio, para o ensino de biotecnologia. **Metodologia:** A presente pesquisa é de cunho qualitativa documental, que analisou cinco livros didáticos de ciências da natureza, aprovados pelo PNLD 2021, mais adotados no estado Espírito Santo pelas escolas das redes estaduais de ensino. Os critérios estabelecidos para a análise foram a contextualização, interdisciplinaridade, linguagem, aplicação social da biotecnologia, recursos visuais, exercícios críticos e assuntos abordados. **Resultados:** No critério interdisciplinaridade apenas o LD2 fez uso desse recurso, entretanto, no critério de linguagem foi o único que não apresentou este recurso de acordo com o grau de maturidade dos alunos, o LD3 foi o único que não apresentou nenhum exercício crítico e todos os cinco livros didáticos analisados discutiram as aplicações sociais das técnicas biotecnológicas. **Conclusão:** Conclui-se que nem todos os livros adotados pelas redes de ensino do Espírito Santo cumprem requisitos indicados pelos parâmetros curriculares nacionais do ensino médio, tornando a análise de livros didáticos de grande relevância para aferir a qualidade prestada por estes materiais.

**Palavras-chaves:** Biotecnologia; Livros didáticos; Novo ensino médio.**ABSTRACT**

**Introduction:** Biotechnology is present in various sectors of society, from plant manipulation for food production to research that seeks to develop effective treatments against human diseases. Therefore, its presence in basic education and textbooks is of great importance, but the reform of High School together with the BNCC caused direct impacts on the National Textbook Program, where the didactic works had their contents compressed. **Objecti-**

**ve:** To analyze the methodological approach used in the natural science textbooks of the new high school, for the teaching of biotechnology. **Methodology:** The present research is documental quantitative, which analyzed five natural science textbooks, approved by the PNLD 2021, most adopted in the state of Espírito Santo by schools in the state education networks. The criteria for the analysis were contextualization, interdisciplinarity, language, social application of biotechnology, visual resources, critical exercises, and topics covered. **Results:** In the interdisciplinarity criterion, only LD2 made use of this resource, however, in the language criterion it was the only one that did not present this resource according to the degree of maturity of the students, LD3 was the only one that did not present any critical exercise and all the five textbooks analyzed discussed the social applications of biotechnological techniques. **Conclusion:** It is concluded that not all the books adopted by the education networks of Espírito Santo meet the requirements indicated by the national curricular parameters of high school, analyzing textbooks of great relevance to assess the quality provided by these materials.

**Keywords:** Biotechnology; Didactic books; new high school

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de genética tem como desafio transformar conceitos abstratos, como gene, alelos, etc., em imagens ilustrativas com intuito de facilitar a compreensão, além de interligar conceitos importantes, como meiose e a formação de gametas (TEMP; SANTOS, 2018). A biotecnologia, como subárea da genética, está presente em vários setores da sociedade, desde a manipulação vegetal para a produção de alimentos até pesquisas com células-tronco e terapia gênica que buscam desenvolver tratamentos eficazes contra doenças humanas (BARNI, 2010; TEMP; SANTOS, 2018). Os professores de biologia são constantemente desafiados a planejar suas aulas a partir de situações que façam o conhecimento ser significativo (BRASIL, 2006), desse modo, os livros didáticos (LD) se apresentam como importantes ferramentas didáticas de apoio à prática educativa.

O LD é um material de apoio pedagógico oferecido pelo Ministério da Educação (MEC), através do “Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)”, às escolas públicas das redes federais, estaduais, municipais, distritais, entre outras (BRASIL, 2020). O LD como ferramenta de auxílio educativo complementar é fundamental, pois nele é organizado os conteúdos programáticos de cada ano de forma gradativa e sequencial, além de ser um dos principais instrumentos de suporte aos professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem (SPIASSI, 2008).

No entanto, o avanço da biotecnologia no mundo é constante, novas técnicas são criadas e muitos livros didáticos não acompanham tal evolução, carecendo de atualizações (NETO e FRACALANZA, 2003). Além disso, há situações em que o professor segue à risca os conteúdos do LD, sem ao menos questioná-lo, muitas vezes por imposição do sistema. Tal conduta se torna problemática, pois eventualmente alguns erros são detectados em LDs, podendo afetar a qualidade e competência no processo de ensino e aprendizagem (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012).

A reforma do Ensino Médio juntamente com a BNCC causou impactos diretos no Programa Nacional do Livro Didático, PNLD, de modo que as obras didáticas tiveram seus conteúdos comprimidos, como no contexto das Ciências da Natureza que engloba as disciplinas de química, física e biologia. Tais impactos foram observados no PNLD 2021, na qual as obras, do objeto 2, estão nomeadas como Ciências da Natureza e suas tecnologias (LEAL, 2021).

A genética moderna está pautada nas questões voltadas para Biotecnologia, Biologia Molecular

e inovações tecnológicas do DNA, como as técnicas de CRISPR, PCR e DNA recombinante (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006). Tais técnicas têm impacto direto na vida social das pessoas, devendo, portanto, ser retratadas no ambiente escolar (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006). Sendo assim, se torna necessária a análise dos conteúdos presente nos livros didáticos, a fim de verificar se atendem alguns requisitos importantes no processo acadêmico, tais como, linguagem utilizada para transmitir as informações, a utilização de recursos visuais, se o material leva em conta os conhecimentos prévios dos alunos e se faz o uso do cotidiano para correlacionar os assuntos.

Desse modo, o presente trabalho objetivou analisar a abordagem metodológica utilizada nos livros didáticos de ciências da natureza do novo ensino médio, para o ensino de biotecnologia, tendo como objetivos específicos, verificar se o LD introduz o conteúdo de biotecnologia contextualizando com a realidade do aluno, averiguar se há presença de interdisciplinaridade com outra disciplina da ciências da natureza ou outro itinerário formativo, constatar se o material emprega uma linguagem que condiz com a maturidade dos alunos, aferir se discute os impactos ou aplicações sociais das técnicas biotecnológicas na sociedade, diagnosticar se os recursos visuais são de fácil compressão, apurar se os exercícios propostos estimulam a criticidade nos alunos e realizar um levantamento dos principais tópicos abordados nos capítulos de biotecnologia.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A presente pesquisa é de cunho qualitativa documental que investiga um problema, através da análise de documentos, seguindo os seguintes passos: determinar os objetivos da pesquisa, escolher os documentos, acessar os documentos, analisar os documentos e redigir o relatório (MOREIRA e CALEFFE, 2006). Para realização da presente pesquisa, foi feita uma análise do conteúdo de biotecnologia nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do novo ensino médio mais adotados no estado do Espírito Santo, pelas escolas das redes estaduais de ensino.

Para busca dos materiais didáticos aprovados pelo PNLD 2021, foi realizada uma consulta na plataforma digital do governo, guia de livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, objeto 2 que classifica estes materiais por área do conhecimento, através do link [https://pnld.nees.ufal.br/pnld\\_2021\\_didatico/componente-curricular/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias](https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/componente-curricular/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias), onde foram identificados sete materiais aprovados. Posteriormente, foi feito um levantamento dos materiais didáticos mais utilizados pelas escolas estaduais do Espírito Santo, que acarretou na escolha de cinco livros didáticos para a análise vigente (LD1, LD2, LD3, LD4 e LD5). Os livros didáticos escolhidos estão organizados no quadro a seguir contendo algumas informações como nome do livro, autores, ano de edição, volume e identificação.

**Quadro 1:** Lista de livros didáticos selecionados para análise.

Livros	Autores	Ano	Volume	Identificação
MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA	Leandro Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney C. Melo	2020	Volume 6	LD1
MODERNA PLUS – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	Laura Celloto Canto Leite, José Mariano Amabis, Júlio Soares, Paulo Cesar Martins Penteadó, Carlos Magno A.Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Eduardo Leite do Canto, Gilberto Rodrigues Martho	2020	Volume 5	LD2
CIÊNCIAS DA NATUREZA – LOPES & ROSSO	Sergio Rosso e Sônia Lopes	2020	Volume 6	LD3
SER PROTAGONISTA CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	Ana Fukui, Ana Luiza P. Nery, Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguilar, Rodrigo Marchiori Liegel, Tatiana Nahas, Venerando Santiago de Oliveira	2020	Volume 6	LD4
CONEXÕES - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	Blaidi Sant'anna, Eloici Peres Rios, Hugo Reis, Miguel Thompson, Murilo, Murilo Tissoni Antunes, Vera Lúcia Duarte de Novais, Water Spinelli.	2020	Volume 5	LD5

**Fonte:** Elaboração Própria, 2022.

Para a análise dos livros didáticos foi realizado uma consulta de metodologia e critérios usados por outros trabalhos semelhantes (BANDEIRA; STANGE; SANTOS, 2012) e (SWIECH e HEERDT, 2019), além de considerar as indicações do programa nacional do livro e material didático (PNLD) (BRASIL, 2019). Os critérios para análise dos LD do presente trabalho estão demonstrados na Quadro 2.

**Quadro 2:** Critérios para análise dos livros didáticos

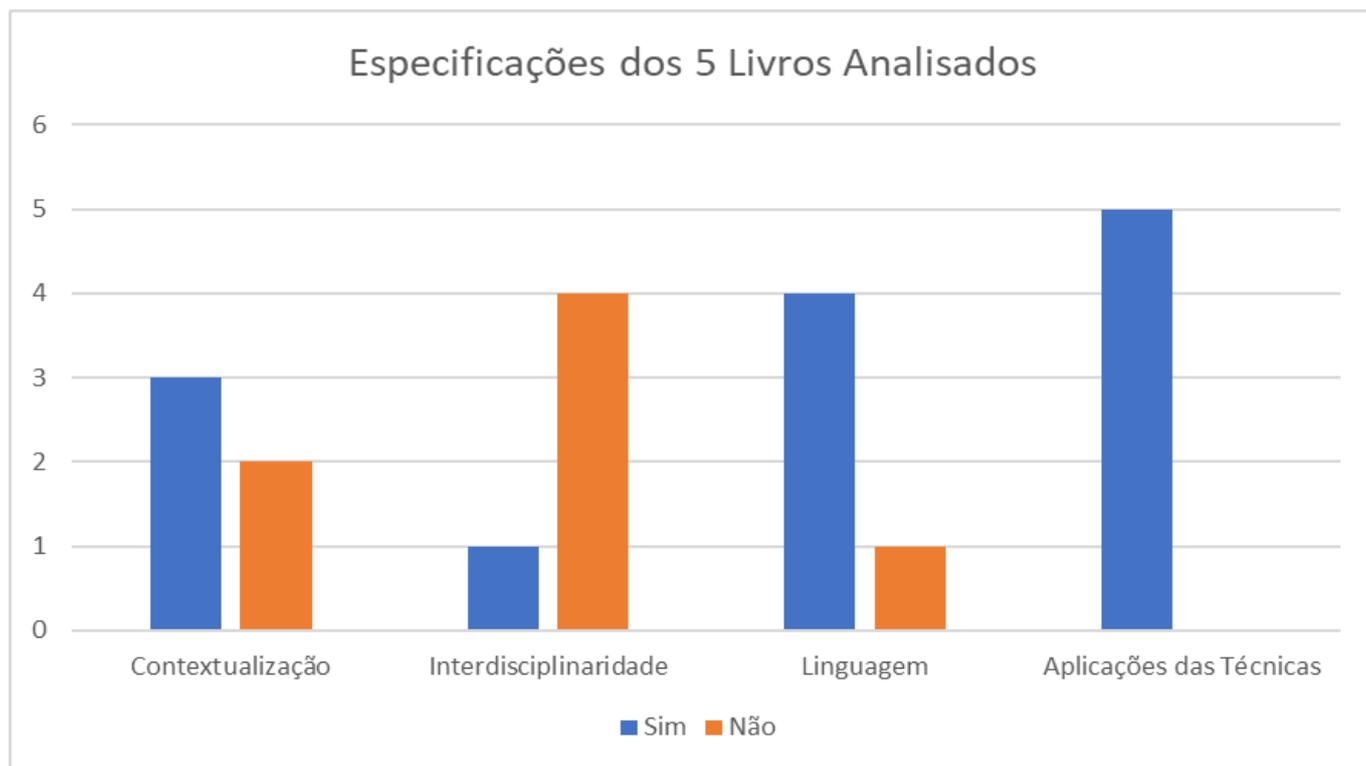
Introduz o conteúdo de biotecnologia contextualizando com a realidade do aluno.	Sim
	Não
Há presença de interdisciplinaridade com outra disciplina das ciências da natureza (química ou física) ou outro itinerário formativo.	Sim
	Não
Apresenta uma linguagem adequada ao grau de maturidade dos alunos.	Sim
	Não
Discute os impactos ou aplicações sociais das técnicas biotecnológicas na sociedade.	Sim
	Não
Quantos recursos visuais são de fácil compressão (entendível) e de difícil compreensão (confuso).	
Quantos exercícios trabalham a criticidade (exercícios que propõe trabalhos prático-investigativos em equipe, habilidade argumentativa e desafios reais), fugindo da memorização de conceitos.	
Levantamento dos principais tópicos abordados nos capítulos de biotecnologia.	

**Fonte:** Elaboração Própria, 2022.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra os dados gerais obtidos em relação aos seguintes critérios: se introduz o conteúdo de biotecnologia contextualizando com a realidade do aluno; se há presença de interdisciplinaridade com outra disciplina das ciências da natureza (química ou física) ou outro itinerário formativo; se apresenta uma linguagem adequada ao grau de maturidade dos alunos; se discute os impactos ou aplicações sociais das técnicas biotecnológicas na sociedade.

**Figura 1:** Quantidade de livros por especificações analisadas.



Fonte: Elaboração Própria, 2022.

#### 3.1 Contextualização

Para analisar a contextualização foi verificado a introdução de cada capítulo para constatar se o material introduz o assunto contextualizando com a realidade do aluno, aproximando o objeto de estudo da vida cotidiana do estudante, desse modo, foi constatado que dos cinco livros analisados, três introduziram o conteúdo de biotecnologia contextualizando com a realidade do aluno, sendo eles LD1, LD3 e LD4, que fizeram referências ao cotidiano do aluno, citando processos como a produção de pães, vinhos, queijos, o tratamento do algodão para confecção de roupas, seleção de plantas e animais e tratamentos de doenças infecciosas. Segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2000) o contexto mais recorrente na vida do aluno é mais o fácil para ser utilizado na hora de dar significado ao conteúdo que está sendo trabalhado, por isso o PCNEM estabelece que a vida pessoal, cotidiano e convivências são os melhores métodos para a contextualização.

A contextualização é uma ferramenta utilizada na educação para possibilitar o protagonismo do aluno, já que sua aplicação no conteúdo permite desenvolver nos educandos uma aprendizagem significativa

e uma relação de reciprocidade entre o aluno e o objeto do conhecimento. Nesse aspecto a contextualização faz uso de áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural do aluno e instiga habilidades cognitivas já adquiridas, desse modo, estabelece uma ponte entre a teoria e a prática aplicada numa realidade próxima do estudante (VIÇOSA et al., 2021).

### 3.2 Interdisciplinaridade

Com relação a presença de interdisciplinaridade com outra disciplina da ciências da natureza ou outro itinerário formativo, foi verificado se os materiais apresentaram interdisciplinaridade com as disciplinas de química e física ou com outras áreas do conhecimento como linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias, ciências humanas e sociais aplicadas, sendo assim, apenas o livro LD2 apresentou este recurso, mostrando interdisciplinaridade com o conteúdo de ciências humanas quando aborda sobre um evento histórico que ocorreu na Irlanda entre 1845 e 1849, “a grande fome”. Segundo Cavalcante e colaboradores (2015) a interdisciplinaridade é um tipo de pesquisa e ensino, onde duas ou mais disciplinas dialoguem entre si, esta conexão pode ser desde uma simples comunicação de ideias até integração recíproca de conceitos, epistemologia, terminologia e de metodologia de procedimentos.

Para Will (2021), a maioria dos profissionais da educação se sentem despreparados para utilizar a interdisciplinaridade no ambiente escolar, tendo em vista que seu emprego na educação exige a participação de vários profissionais de forma simultânea, modificando o método de cada professor durante a aula.

### 3.3 Linguagem

O tipo de linguagem foi analisado de acordo com o grau de complexidade dos termos técnico-científicos utilizados ao longo do tema e se continha explicação dos conceitos desconhecidos, além de objetividade e clareza, mediante a isso, a maioria dos livros didáticos apresentaram uma linguagem de fácil compreensão sem usar termos muito complexos para transmitir o conteúdo de biotecnologia, com exceção do LD2 que apresentou uma linguagem mais elaborada contendo termos mais técnicos, por exemplo, para se referir aos óvulos o LD2 utilizou o termo “células-ovo”, enquanto o LD1 utilizou “células reprodutivas”. Souza e Rocha (2017) afirmam em suas pesquisas que geralmente o que é escrito nos livros didáticos de ciências em certo momento acaba encontrando uma barreira epistemológica, seja pela complexidade do conteúdo ou pela falta de linguagem que atenda a maturidade do aluno.

### 3.4 Impactos ou aplicações sociais

Em todas as obras didáticas analisada foi observado aplicações ou impactos das técnicas biotecnológicas na sociedade, abordando aplicações na área da agricultura como a criação de plantas transgênicas como as resistentes a um determinado tipo de praga (milho bt e soja resistente ao glifosato) ou com maiores teores nutritivos (arroz dourado), outra aplicação discutida que esteve presente todos os livros foi a produção de insulina humana por bactérias transgênicas. Com exceção do LD1 que não abordou sobre animais transgênicos e clonagem e do LD5 que não abordou terapia gênica e vacinas de DNA recombinante, o restante dos livros abordou a clonagem de organismo (ovelha Dolly e bezerra Vitória), terapia gênica para tratamento de câncer, produção de vacinas de DNA recombinante, produção de animais transgênicos.

Somente o LD2 e o LD5 citaram sobre a aplicação das técnicas biotecnológica no teste de paternidade.

No ambiente escolar, o ensino de biotecnologia, oferece subsídios para a alfabetização científica dos alunos e oferta uma experiência dos processos biotecnológicos que contribuirá para formação do caráter social do aluno (SOUZA e CONTE, 2021). A BNCC destaca em seus documentos que o ensino de biotecnologia busca solucionar problemas individuais e coletivos impulsionando a um olhar diferente sobre o mundo (BRASIL, 2018).

Segundo Lima e Garcia (2011), ensinar biologia relacionando o conteúdo estudado com a realidade pode tornar a aprendizagem um processo instigante e motivador, facilitando a compreensão do aluno a respeito do assunto teórico e construindo uma alfabetização científica.

Foi feito um levantamento de quantos recursos visuais são entendíveis e quantos são confusos, juntamente com a quantidade de exercícios críticos presente em cada capítulo. Os dados obtidos encontram-se na tabela 1.

**Tabela 1:** Quantidade de recursos visuais e de exercícios críticos por livro

Livros	Recursos Visuais		Total de Recursos Visuais	Exercícios Críticos
	Entendível	Confuso		
LD1	10	2	12	3
LD2	10	0	10	4
LD3	10	0	10	0
LD4	14	2	16	9
LD5	1	0	1	3

Fonte: Elaboração Própria, 2022.

### 3.5 Recursos Visuais

Entendendo-se como recursos visuais imagens, figuras, gráficos e tabelas, todos os cinco livros analisados contemplaram tal critério. Para analisar os recursos visuais foram levados em conta os seguintes critérios: didática, a clareza das imagens e os recursos textuais utilizados para facilitar a assimilação do conhecimento. Em vista disso, foi verificado que o LD1 apresentou uma imagem e uma figura consideradas confusas, enquanto o LD4 apresentou duas (Tabela 1). No LD1 a imagem confusa foi a do “processo de fabricação da insulina” onde houve uma valorização do recurso textual, carecendo de imagens para o entendimento do processo, e a figura que representou o processo de “obtenção de uma planta transgênica”, porém não houve uma explicação clara das etapas do processo até a obtenção da planta transgênica. No LD4, a primeira figura confusa constatada foi sobre a “produção de animais transgênicos, a partir de injeção pró-nuclear, células-tronco e transferência nuclear” com ausência de explicação clara das etapas, e por fim, a segunda figura confusa do LD4 é a que representa “obtenção de partículas virais para terapia gênica” onde o DNA recombinante foi apresentado de uma cor só, sem delimitar o gene de interesse.

A maioria das imagens analisadas eram entendíveis, que para os autores Klein e Laburú, (2010); Coutinho e Soares, (2010) a utilização desse recurso no ensino de ciências, aliado a linguagem verbal, torna possível o estudo de estruturas ou organismo ou estrutura biológicas microscópicas como a molécula de DNA, facilitando a assimilação de um conteúdo abstrato como biotecnologia e permitindo ao aluno expandir seu campo de visão científica.

### 3.6 Exercícios Críticos

Na análise da presença de exercícios que apresentavam uma abordagem crítica, buscou-se verificar se os exercícios propuseram trabalhos prático-investigativos em grupo, trabalharam habilidades argumentativas e apresentaram desafios do cotidiano. Somente o LD3 não apresentou esse tipo de exercício, trazendo exercícios de vestibulares com o foco em memorizar conceitos de biotecnologia para sua resolução. Os demais livros contemplaram a criticidade na forma de debate ou diálogo sobre assuntos como o consumo de alimentos transgênicos ou células troncos, além de exercícios investigativos sobre os impactos do melhoramento genético na produção e no uso de incentivos agrícolas, atividade de pesquisa interdisciplinar com conteúdo de ciências humanas, pesquisa de produtos com o símbolo T comprados no mercado e posterior diálogo sobre a importância da sinalização desses produtos, exercício oral que trabalha a bioética e um exercício de simulação de um teste de paternidade que propõe cortes de DNA com enzimas de restrição para melhor compreensão da técnica.

A maioria dos exercícios críticos presente nos livros didáticos eram do tipo júri simulado, no qual os alunos teriam que se dividir em grupos para defender seu posicionamento. Os exercícios com esse caráter para os autores Anastasiou e Alves (2004) possibilita ao educando desenvolver habilidades como defesa de ideias, poder de argumentação, julgamento, tomada de decisões e dentre outras. Portanto, o júri simulado vem como estratégia enriquecedora, pois permite uma participação coletiva dos alunos em sala de aula, gerando uma mobilização em relação ao objeto de estudo contribuindo para argumentação do aluno (LOBO et al., 2018).

O modelo tradicional de ensino surgiu no período da revolução industrial no século XVIII, que tinha como principais características carteiras enfileiradas, professor como detentor de todo o conhecimento, alunos totalmente receptivos sem qualquer comunicação com o colega do lado e uma aprendizagem mecânica garantida pela repetição de exercícios de fixação que trabalhava a pura decoração de conceitos (OLIVEIRA; TEIXEIRA; MARTINS, 2022). Tal concepção é totalmente contrária às ideias dos autores Zômpero e Laburú (2011) que veem nos exercícios investigativos uma forma eficiente para se atingir um aprendizado significativo, desde que, seja oportunizado o engajamento do aluno, a emissão de hipótese para trabalhar o conhecimento prévio, a busca de informações por diferentes meios de pesquisa e a comunicação entre os alunos para facilitar o entendimento do processo.

### 3.7 Principais tópicos de cada capítulo

Durante a análise dos livros didáticos foi feito um levantamento dos principais tópicos abordados em cada capítulo de biotecnologia, tendo como resultado o quadro 3, que demonstra os principais tópicos por livro didático.

**Quadro 3:** Tabela com o levantamento dos principais tópicos abordados em cada capítulo de biotecnologia.

<b>Livros</b>	<b>Principais tópicos abordado em cada capítulo de biotecnologia</b>
LD1	DNA recombinante (clonagem molecular, organismo geneticamente modificado, terapia gênica)
	Clonagem celular e de organismos (clonagem reprodutiva, clonagem terapêutica)
LD2	Biotechnologia Clássica: melhoramento genético
	Heterose, ou vigor híbrido
	DNA recombinante: engenharia genética (enzimas de restrição)
	Clonagem de DNA e engenharia genética (plasmídeo como vetores de clonagem, vírus bacteriófagos como vetores da clonagem de DNA, bactérias como fábricas de proteínas humanas)
	Transgênicos (transgenia entre animais e plantas)
	Desvendando o genoma humano (projeto genoma humano)
LD3	Tecnologia do DNA recombinante (enzimas de restrição, clonagem de DNA, produção de medicamento)
	PCR
	Técnica de CRISPR
	Terapia gênica, vacinas gênicas, clonagem de plantas e animais (cultura de tecido)
	Organismo transgênicos, proteoma, biologia sintética
LD4	Produção de vacinas e produção de antibiótico
	DNA recombinante (clonagem de fragmentos de DNA, enzimas de restrição, transgênicos, terapia gênica)
	Sequenciamento de DNA
	Clonagem (clonagem de genes, clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica)
	Célula-tronco (terapia com células-troncos)
	Biotechnologia e ética
LD5	Clonagem de organismos
	DNA fingerprinting

**Fonte:** Elaboração Própria, 2022.

Observando a tabela 4, percebe-se que o tópico DNA recombinante e Clonagem de organismos estão presente na maioria dos livros didáticos, isso se deve ao fato dessas técnicas estarem envolvidas em vários setores sociedade para geração de bens de consumo, como produção de plantas e animais de interesse

agronômico, na produção de medicamentos para tratamentos de doenças e na preservação ambiental (HEPP e NONOYAH, 2016). Já técnicas como PCR e técnica de CRISPR presentes no LD3 e sequenciamento de DNA presente no LD4, não foram vistas nos outros livros analisados, sendo exclusiva desses materiais. A técnica de CRISPR é a mais inovadora e recente dentre as técnicas e segundo os autores Arend; Pereira; Marloski, (2017), essa técnica possui um grande potencial para desenvolvimento das ciências, abrindo oportunidades para descoberta de novos tratamentos de doenças.

#### 4 CONCLUSÃO

A biotecnologia é uma área em constante evolução, à medida que a tecnologia avança as técnicas biotecnológicas são atualizadas e modificadas, desse modo os livros didáticos devem contemplar tal progresso. O emprego da contextualização como recurso didático nos livros é fundamental já que permite a aproximação do aluno com o objeto de estudo, assim como o uso de recursos visuais que juntamente com a linguagem de fácil compreensão permite uma melhor visualização e entendimento dos processos ensinados.

A partir das análises realizadas em cinco livros didáticos sobre o tema de biotecnologia foi possível verificar que nem todos os livros utilizam a interdisciplinaridade como recurso didático, no entanto a maioria livros optaram por utilizar uma linguagem de fácil compreensão e o recurso contextualização, sendo que todos demonstraram a aplicação social das técnicas biotecnológicas. Já a respeito dos recursos visuais poucos se mostraram confusos e quanto aos exercícios críticos apenas um livro não apresentou este recurso.

Desse modo, o presente trabalho se apresenta como uma importante ferramenta de auxílio aos professores no momento da escolha dos materiais didáticos. Futuramente espera-se realizar aplicação prática do conteúdo de biotecnologia em sala de aula, tendo estes materiais didáticos como base, com intuito de verificar a qualidade prestada por estes livros. Por fim, considera-se que a maior limitação do presente trabalho foi não avaliar todos os livros adotados pelas escolas estaduais do Espírito Santo, apenas os mais escolhidos.

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse.

#### REFERÊNCIAS:

AMABIS, José et al. MODERNA PLUS: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. 1.ed. São Paulo: MODERNA. 260 p. 2020.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos *et al.* Estratégias de ensinagem. **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**, v. 3, p. 67-100, 2004.

ARENDA, Marcela Corso; PEREIRA, Jessica Olivaes; MARKOSKI, Melissa Medeiros. O Sistema CRISPR/Cas9 e a possibilidade de edição genômica para a cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 108, p. 81-83, 2017.

BANDEIRA, Andreia; STANGE, Carlos Eduardo Bittencourt; SANTOS, Julio Murilo Trevas dos. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia-SINETEC. Ponta Grossa-PR**, 2012.

BARNI, G. dos S. A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC). **Universidade Regional de Blumenau**, 2010.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC: Brasília, 2018. 600p. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 28 nov.2022.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC: SEMTEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, p.1-23, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 12, de 07 de outubro de 2020**. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD. Disponível em: <file:///C:/Users/d80a/AppData/Local/Temp/RESOLUO%20N%2012%20DE%2007%20DE%20OUTUBRO%20DE%202020.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRASIL. Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **PNLD 2021**. Brasília, 2019. BRASIL. Disponível em: [https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia\\_pnld\\_2021\\_proj\\_int\\_vida\\_pnld2021-didatico-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologia.pdf](https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_proj_int_vida_pnld2021-didatico-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologia.pdf). Acesso em: 21 out. 2022.

CAVALCANTE, Márcia Suany Dias; DE PINHO, Maria José; DOS SANTOS ANDRADE, Karylleila. Interdisciplinaridade e livro didático: interfaces (im) possíveis?. **Revista do GELNE**, v. 17, n. 1/2, p. 213-234, 2015.

COUTINHO, F. Â.; SOARES, A. G. Restrições Cognitivas No Livro Didático De Biologia: Um Estudo A Partir Do Tema” Ciclo Do Nitrogênio”. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, p. 137-150, 2010.

DA SILVA, K. T. A.; LABURÚ, C. E. Imagem E Educação Científica: Análise De Representações Visuais Sobre Biotecnologia A Partir Da Teoria Semiótica. **Revista da SBEnBio–Número**, v. 3, p. 2724, 2010.

DA SILVA, L. M. M. et al. Ensino com pesquisa e júri simulado como estratégias de ensino para discutir a educação escolar indígena. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 752-767, 2018.

DE LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2011. DOI: 10.22456/2595-4377.22262.

DE OLIVEIRA, W. M.; TEIXEIRA, C.; MARTINS, A. E. M. Reflexões sobre os modelos tradicional e construtivista no ensino de biologia para uma educação emancipatória. **Conjecturas**, v. 22, n. 12, p. 858-872, 2022.

DE SOUZA, A. M.; CONTE, H. CIÊNCIA ACESSÍVEL. **Saber Científico (1982-792X)**, v. 9, n. 1, p. 152-159, 2021. Disponível em: <http://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1470>. Acesso em: 12 ago.2022.

FUKUI, A. et al. Ser protagonista ciências da natureza e suas tecnologias vida, saúde e genética. 1.ed. São Paulo: SM Educação. 252 p. 2020.

GARIGLIO, J. A.; JUNIOR, A. S. A.; OLIVEIRA, C. M. O “Novo” Ensino Médio: implicações ao processo de legitimação da Educação Física. **Motrivivência**, v. 29, n. 52, p. 53-70, 2017.

GODOY, L.; AGNOLO, R.; MELO, W. Ciências da natureza ciências, tecnologia e cidadania. 1.ed. São Paulo: FTD. 276 p. 2020.

HEPP, D.; DE NONOHAY, J. S. A importância das técnicas e análises de DNA. **ScientiaTec**, v. 3, n. 2, p. 114-124, 2016.

LEAL, C. A. UMA BREVE ANÁLISE DO OBJETO 2 DO PNLD 2021 NO ITINERÁRIO “CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS”: O QUE CABE AO ENSINO DE BIOLOGIA?. Disponível em: <[355797123\\_UMA\\_BREVE\\_ANALISE\\_DO\\_OBJETO\\_2\\_DO\\_PNLD\\_2021\\_NO\\_ITINERARIO\\_Ciencias\\_da\\_natureza\\_e\\_suas\\_tecnologias\\_o\\_que\\_cabe\\_ao\\_ensino\\_de\\_biologia](#)>. Acesso em: 08 ago.2022.

LOPES, S.; ROSSO, S. CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO. 1.ed. São Paulo: MODERNA. 284 p. 2020.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, p. 147-157, 2003.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. DP & A, 2006. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rth/article/download/6422/4073>. Acesso em: 17 dez.2022.

OTA, I. A. S. O livro didático de língua portuguesa no Brasil. **Educar em revista**, p. 211-221, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/er/a/cx7FcNwc4G896mFY7PCwT6N/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 22 jul.2022.

SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 321-340, 2017.

SPIASSI, A.; SILVA, E. M. da. Análise de livros didáticos de ciências: um estudo de caso. **Trama, [S. l.]**, v. 4, n. 7, p. 45–54, jan, 2000.

SWIECH, M. J.; HEERDT, B. Hormônios esteroides e as questões de gênero: uma análise dos livros didáticos de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 2019.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de genética: a visão de professores de Biologia. **Rev. Cient. Schola**, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2018.

THOMPSON, M. et al. CONEXÕES CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS. 1,ed. São Paulo: MODERNA. 252 p. 2020.

VIÇOSA, C. S. C. L. et al. Metodologia da problematização com o Arco de Magueréz: da formação continuada ao desenvolvimento de ações transversais na Argentina, Brasil e Uruguai. **VIDYA**, v. 41, n. 2, p. 237-256, 2021.

WILL, M. D. et al. Interdisciplinaridade na Educação Básica. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/qj8BLGJgCWWRGTLRLFvWxbS/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 26 nov. 2022.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, p. 275-289, 2006.

XAVIER, R. P. O que os alunos pensam sobre o livro didático de inglês?. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, Campinas, SP, v. 47, n. 1, p. 65–89, 2016.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, p. 67-80, 2011.