



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

GISELLE RABELO MATIAS

**ANÁLISE CRÍTICA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS
DO NOVO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA
2024**

GISELLE RABELO MATIAS

**ANÁLISE CRÍTICA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS
DO NOVO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciências Biológicas -
Licenciatura do Centro de Ciências da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção
do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Erika Freitas Mota
Coorientador: Me. Carlos Henrique Soares da Silva

FORTALEZA
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M38a Matias, Giselle Rabelo.

Análise crítica dos conteúdos de genética nos livros didáticos do Novo Ensino Médio / Giselle Rabelo Matias. – 2024.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Erika Freitas Mota.
Coorientação: Prof. Me. Carlos Henrique Soares da Silva.

1. Ensino de genética. 2. BNCC. 3. Didática. I. Título.

CDD 570

GISELLE RABELO MATIAS

**ANÁLISE CRÍTICA DOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS
DO NOVO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Erika Freitas Mota
Coorientador: Me. Carlos Henrique Soares da Silva

Fortaleza, 27 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Erika Freitas Mota

Universidade Federal do Ceará

Me. Carlos Henrique Soares da Silva

Universidade Federal do Ceará

Prof. Dra. Marina Duarte Pinto Lobo

Universidade Federal do Ceará

Me. Aline Sombra Santos

Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

Concluir este trabalho é um marco que reflete não apenas meu esforço, mas também o apoio de pessoas essenciais na minha vida. Em primeiro lugar, quero expressar minha gratidão a minha família e ao meu namorado, além deles todos aqueles que incentivaram de forma direta ou indireta ao meu amor pela ciência e pela construção que foi construído durante toda essa graduação. O carinho e o incentivo foram essenciais durante todo o processo e continuará sendo que o sonho continua.

RESUMO

O ensino no Brasil é estruturado por livros didáticos regulamentados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) e alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reformulou o currículo escolar com o Novo Ensino Médio. Essas mudanças trouxeram mudanças como a exclusão de disciplinas obrigatórias e o aumento da carga horária. No ensino de genética, a BNCC enfatiza sua relevância científica e social, porém o conteúdo segue sendo abstrato e desafiador, exigindo metodologias mais eficazes. O presente estudo propõe analisar o impacto dessas mudanças nos livros didáticos, destacando desafios para professores e alunos na assimilação do conhecimento. A metodologia caracteriza-se por ser uma pesquisa qualitativa e apresenta elementos da pesquisa descritiva documental. A coleta de dados foi feita por meio de fragmentos textuais e imagens de livros didáticos selecionados, sendo expostos à análise de conteúdo com critérios pré-estabelecidos. Foram desenvolvidos cinco critérios procurando enquadrar elementos importantes dos livros didáticos com temáticas relevantes para a genética. Após fazer a análise dos livros didáticos, observou-se que há alguns livros didáticos que conseguem aprofundar a temática por meio dos capítulos, porém existem livros que apresentam a temática de uma forma muito superficial. Em síntese, conclui-se que a escolha do livro didático deve ser feita com base em uma análise detalhada dos critérios pedagógicos, sempre considerando a adequação dos conteúdos às necessidades dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de genética, BNCC, Didática.

ABSTRACT

Education in Brazil is structured around textbooks regulated by the National Program of Didactic Material and Book, “Programa Nacional do Livro e do Material Didático” **PNLD**, and aligned with the Common National Curriculum Basis, “Base Nacional Comum Curricular” **BNCC**, which recently reformed the school curriculum through the **New High School Reform**, “Novo ensino médio” NEM. These changes have introduced greater changes such as the exclusion of mandatory subjects and an increase in school hours. In genetics education, the **BNCC** emphasizes its scientific and social relevance; however, the content remains abstract and challenging, requiring more effective teaching methodologies. This study aims to analyze the impact of these changes on textbooks, highlighting the challenges faced by teachers and students in assimilating knowledge. The methodology is characterized as a **qualitative** research approach with elements of **descriptive documentary analysis**. Data collection was carried out through textual excerpts and images from selected textbooks, which were subjected to content analysis based on pre-established criteria. Five criteria were developed to assess key elements of textbooks in relation to relevant topics in genetics. The analysis of textbooks revealed that while some materials provide an in-depth exploration of the subject through well-structured chapters, others present the content in a superficial manner. In conclusion, the selection of textbooks should be based on a detailed analysis of pedagogical criteria, always considering the suitability of the content to the students' needs.

Keywords: Textbook, Genetics, Didactics.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Livros utilizados na pesquisa.....	14
QUADRO 2 – Definição de tópicos.....	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Contexto LD3.....	17
FIGURA 2 – Introdução LD4.....	18
FIGURA 3 – Ferramenta LD2.....	19
FIGURA 4 – Ferramenta LD3.....	21
FIGURA 5 – Imagem LD1.....	22
FIGURA 6 – Representação esquemática LD1.....	23
FIGURA 7 – Tópico de desmitificação no LD2.....	24
FIGURA 8 – Codominância LD1.....	25
FIGURA 9 – Codominância LD3.....	25
FIGURA 10 – Atividades LD1.....	27
FIGURA 11 – Atividades LD2.....	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
OBJETIVOS.....	13
METODOLOGIA.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
Contextualização.....	16
Linguagem.....	18
Imagens.....	21
Conteúdos.....	25
Exercícios.....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	31

1.Introdução

Ao refletir sobre o ensino em sala de aula, é comum focarmos no professor e em como ele conduz suas aulas, sabemos que ele segue um planejamento, mas quando nos questionamos de onde ele retira suas informações quase sempre pensamos na *Internet* e suas plataformas de pesquisa. Porém, por mais que ele utilize desse meio para planejar é fundamental que os conteúdos sejam aprofundados e devidamente adaptados ao nível de ensino (Ruppenthal, 2013), além disso, cada série possui seu livro didático correspondente a temática do ano letivo (Ruppenthal, 2013). Mas mediante a isso, o que caracteriza um livro didático? Segundo Lajolo e Zilberman (1996), para primeiro ser entendido o que é um livro didático e qual sua função, sua produção é fundamentada em uma programação em que se tem como pré-requisito o aprendizado para a faixa etária a que é destinado e o conteúdo que se deve ser administrado, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Devemos entender também que, muito antes da *Internet* no Brasil, desde os anos 30 os livros didáticos são tidos como instrumento pedagógico de apoio, porém sem nenhuma regulamentação que guiasse sua produção, com isso as problemáticas eram desde a linguagem usada, os conteúdos que deveriam ser abordados, e até mesmo a distribuição desse material. Até que, a partir dos anos 70, começamos a ter pesquisadores interessados no estudo desses materiais didáticos, por meio do aumento de vagas de professores nas escolas e do aumento no número de discentes, além disso o Estado começou a oferecer, nos anos 60, a distribuição gratuita de livros escolares, sendo assim um dos principais financiadores de editoração de manuais escolares (Fracalanza, 1992).

Até que, em 1985, houve a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Esse programa fomenta a produção dos livros didáticos e determina a formatação, aquisição e distribuição desses livros em todo o território nacional segundo o decreto 9154/85. O PNLD é financiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), órgão ligado ao Ministério da Educação (MEC), onde uma comissão de especialistas fica responsável por selecionar e avaliar o material didático que fará parte do guia de livros e que serão distribuídos pelo governo (Rosa, 2017). De acordo com o documento referente ao PNLD disposto pelo MEC, informa que:

O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários, anteriormente contempladas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE). Com nova nomenclatura, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD também teve seu escopo ampliado com a

possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio à prática educativa para além das obras didáticas e literárias: obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros (Brasil, 2021).

Nesse contexto, observa-se que o PNLD é um programa muito importante, pois por meio dele ocorre a distribuição gratuita e sistemática de obras didáticas e paradidáticas, escolhidas pelos professores após serem avaliadas por especialistas (Brasil, 2021; Pedreira; Carneiro, 2017). Aqui cabe fazer um adendo, que a partir de 2021, novos livros didáticos ficaram disponíveis para as escolas seguindo o período de 3 anos que são reutilizados, mas a partir desse ano os livros se adequaram ao Novo Ensino Médio (NEM), onde mudanças foram feitas nos livros didáticos fomentando uma nova organização desses materiais (Saviani, 2017).

Até 2018, os livros didáticos no Brasil eram elaborados com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), estabelecidos na segunda metade da década de 1990. Os PCNs serviam como um documento orientador para a educação básica, com o objetivo de promover coesão e ordem no sistema educacional. Eles buscavam uniformizar o currículo nacional, definindo um conteúdo mínimo a ser ensinado em todas as escolas, garantindo que os estudantes tivessem acesso a um conjunto comum de conhecimentos, independentemente da região ou instituição de ensino (Moreira; Silva, 1995).

No entanto, a partir do final de 2018, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ocorreu uma mudança significativa na organização das bases curriculares. Enquanto os PCNs estruturaram o currículo por disciplinas (como Matemática, História, Biologia, etc.), a BNCC adotou uma abordagem por áreas do conhecimento. Nessa nova estrutura, a Biologia, por exemplo, foi integrada à área de Ciências da Natureza, que também engloba Física, Química e outras ciências afins.

A BNCC é um conjunto de orientações que deverão conduzir a (re)elaboração dos currículos das escolas públicas e privadas do Brasil, a base trará os conhecimentos essenciais para cada etapa da educação básica (Brasil, 2021). Juntamente com o regimento dela temos a legislação responsável pelo Novo Ensino médio, como a Lei nº 13.415/2017 que alterou a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional e instituiu uma mudança na estrutura do ensino médio, aumentando o tempo mínimo do estudante na escola de 800 para 1000 horas anuais, contribuindo com uma nova organização curricular, mais flexível.

Essa nova organização curricular é descrita como mais flexível, pois os estudantes podem escolher seus itinerários formativos. Estes são o conjunto de disciplinas, projetos,

oficinas e núcleos de estudo (Brasil, 2021). Tudo isso dentro das novas grandes áreas instituídas na BNCC que são Linguagens e suas Tecnologias; Língua Portuguesa e Literatura; Matemática e suas Tecnologias; Inglês, Artes e Educação Física; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Física, Química e Biologia e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas: História, Geografia, Filosofia e Sociologia e da formação técnica e profissional (FTP) (Brasil, 2018; Santa Catarina, 2019). No entanto, ao contrário do que foi entendido inicialmente, em que os alunos poderiam escolher os itinerários que fossem do seu interesse, são as redes de ensino que definirão quais itinerários irão ofertar, levando em conta a participação de toda a comunidade escolar no processo (Brasil, 2021).

Adicionalmente nessa nova organização, as principais críticas a esse modelo se fundamentam na exclusão das Ciências Sociais do Novo Ensino Médio, pois a Sociologia e a Filosofia aparecem como disciplinas apenas em um ano do Ensino Médio, e estão atreladas ao itinerário formativo escolhido pelo estudante. Portanto, não serão obrigatórias a todos os estudantes do Ensino Médio. Além disso, a crítica ao aumento da carga horária escolar é outro ponto, pois muitos estudantes da rede pública de ensino se desdobram para conciliar trabalho e estudo, principalmente durante o Ensino Médio, sendo assim o aumento da carga horária se tornaria um empecilho para esses estudantes (Saviani, 2017).

Assim percebe-se que essas mudanças de currículo e sua organização não resolvem os problemas enfrentados no cotidiano, sobretudo porque não levam em consideração fatores como a infraestrutura das escolas, melhores condições para os professores e a realidade de muitos jovens, que abandonam as escolas para trabalhar (Lourenço, 2021).

Ao olhar mais especificamente para o ensino de genética, de acordo com a BNCC, afirma-se que este permite ao estudante explorar os avanços e processos científicos e tecnológicos relacionados às aplicações acerca do conhecimento dessa temática na sociedade, e os impactos políticos, éticos e econômicos que acarretam. A compreensão desse conteúdo gera debates fundamentados que promovem a equidade e o respeito à diversidade humana (Brasil, 2017).

Mas sabemos que abordar esses conteúdos vai muito além do entendimento de processos científicos, pois as dificuldades no ensino dos conteúdos abstratos, como a genética, são do conhecimento e do cotidiano dos professores (Krasilchik, 2004) . Além de ser de natureza interdisciplinar, pois aborda a bioquímica e a biotecnologia, envolvendo assim tanto a química, biologia, matemática e outras disciplinas afins, os estudantes necessitam interconectar um conhecimento de conceitos e vocabulários das disciplinas já citadas (Araujo, 2022). Sendo assim,

considerado em maioria um conteúdo massivo e cansativo para os estudantes, o que pode ser primordial para o professor trazer novas abordagens de ensino, como Mirzoeva (2023) apresentou informações sobre métodos eficazes de ensino de genética, destacando-se as estratégias de ensino baseadas na pesquisa educacional e nos princípios da aprendizagem ativa e da engenharia reversa.

Estudos como esse permitem que as reflexões sociais e pedagógicas sejam produzidas, fazendo com que avanços sejam obtidos, fomentando uma educação que não ampara as ciências naturais puramente em conceitos, mas em um estudo ao longo do tempo. E assim, por meio da reflexão do processo de ensino, possa se ter um avanço no ensino de genética no Brasil e permita que seu estudo em sala de aula caminhe além do determinismo e da visão centralizada nos seres humanos (Myriam, 2004).

Com isso, percebemos a importância da genética e a necessidade de compreender que informações sobre transgênicos, perda da biodiversidade genética e até testes de paternidade chegam aos estudantes. Diante desse cenário, nosso papel é garantir que essas informações sejam transmitidas, mesmo enfrentando a adversidade de uma base de ensino cada vez mais mecânica e distinta para a formação de mão de obra.

A alfabetização científica é fundamental, pois se trata do processo que torna a ciência acessível a muitos cidadãos, podemos perceber sua importância principalmente após uma pandemia, mas o trabalho de informar e ensinar nunca deve parar, a desinformação atualmente consegue se propagar ainda mais rápido, então o trabalho do educador não deve parar. Para Cajas (2001), a alfabetização científica é a denominação atribuída a um novo discurso sobre o ensino de Ciências escolares, decorrente de investigações emergentes no campo da Didática das Ciências.

2. Objetivos

Nesse cenário, esse estudo analisa como a mudança do Novo Ensino Médio impactou nos conteúdos de genética, através da reflexão sobre o ensino de genética nas escolas e as abordagens feitas nos livros. Por meio dos tópicos de aprendizagem e identificando os desafios que podem ser enfrentados no ensino e na aquisição de conteúdo da temática.

Objetivos específicos:

- Identificar se há inclusão de temas contemporâneos, como biotecnologia, edição genética e ética.

- Verificar como a Genética está sendo integrada a outras áreas, como Química, Matemática e Tecnologia.

3. Metodologia

A compreensão da ciência nos permite entender, de certa forma, nosso mundo contemporâneo (Appolinário, 2011), para tanto, se faz necessário pesquisar todos os campos da sociedade. Para a realização desta pesquisa, foi feita uma análise do conteúdo de genética nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Ensino Médio, sendo todos os livros utilizados na rede pública de ensino do Estado do Ceará.

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; Caleffe, 2006).

Nesse contexto, têm-se as seguintes etapas da pesquisa. Inicialmente, foi feita uma seleção dos livros didáticos para a análise do conteúdo. Estes livros estavam disponíveis integralmente de forma online durante a pandemia, mas foram retirados da página do PNLD 2021. Assim, os livros analisados nesta pesquisa que não estavam disponíveis na internet de forma gratuita foram disponibilizados por professores da rede pública.

Desta forma, os livros foram selecionados a partir dos livros indicados da plataforma do Guia Digital do PNLD 2021 e os mais utilizados pelos docentes da rede pública do Estado do Ceará. Foram selecionados 4 livros para a análise que foram catalogados no quadro 1. Foi atribuído um código para facilitar sua identificação, além de indicar qual o volume da coleção aborda o conteúdo de genética.

QUADRO 1: O QUADRO REFERENTE AOS LIVROS UTILIZADOS NA PESQUISA DOCUMENTAL E SUAS DESCRIÇÕES.

Livros	Autores	Editora	Volume	Código
Moderna Plus	Laura Celloto Canto Leite	Moderna	Volume 5	LD1
Matéria, Energia e Vida - Uma abordagem interdisciplinar	Eduardo Mortimer et al	Scipione	Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidad e	LD2

Conexões	Miguel Thompson et al	Moderna	Volume 5	LD3
Multiverso	Leandro Godoy et al	FTD	Origens	LD4

Fonte: elaborado pela autora.

Após os livros terem sido selecionados, foi realizada uma leitura dinâmica de cada livro a fim de selecionar tópicos para serem avaliados de cada livro. Os tópicos mais condizentes com o presente estudo foram selecionados a partir de estudos bases de livros didáticos tais como Rosa (2010), Pereira (2013) e Lohmann (2021), sendo estes descritos abaixo:

- **Contextualização:** avaliar se a introdução do conteúdo de genética foi realizada de forma contextualizada e alinhada à realidade dos estudantes, é verificando a utilização de temáticas atuais e exemplos do cotidiano que possam engajar os alunos e facilitar a compreensão dos conceitos genéticos.
- **Linguagem utilizada no texto:** aqui será avaliado se o texto emprega uma linguagem clara, objetiva e simplificada. Além disso, verificar se os termos científicos utilizados ao longo do texto foram devidamente explicados de forma didática.
- **Imagens:** avaliar se possui imagens, infográficos e gráficos que facilitem o acesso do aluno e contribuem para a exemplificação/aplicação do conteúdo.
- **Conteúdos:** observar se são abordados os critérios: histórico, determinismo em relação a genética, atualidades em genética, construção do conteúdo, abundância de conteúdo genético.
- **Exercícios e atividades complementares:** Analisar se os conteúdos estão interligados com os exercícios, se estimulam a reflexão dos alunos sobre a temática e se incluem atividades que incentivam o debate, promovendo uma aprendizagem mais crítica e participativa.

Após a definição do que seria analisado em cada livro didático, foram avaliados os livros selecionados conforme esses critérios. Para este estudo, utilizou-se a análise temática, que segundo Minayo (2010) constitui em descobrir os fundamentos de sentido que integra uma comunicação.

A análise temática ocorre geralmente em três etapas, sendo a primeira a pré-análise, em que são selecionados os livros para a análise, depois tem-se a exploração do material, na qual se analisa previamente os materiais e é feita uma revisão dos dados obtidos. Após essas duas

etapas, faz-se o tratamento dos resultados obtidos. Este é o momento de analisar de forma mais detalhada o livro didático e o que foi encontrado nele de acordo com os critérios selecionados.

4. Resultados e Discussão

Para começarmos a análise dos livros temos que discorrer que nem todos os livros do PNLD 2021 traziam o assunto da genética propriamente dito, traziam mais sobre atualidades da temática e/ou como deveria ser abordado em sala de aula, sendo assim os livros didáticos escolhidos foram os que traziam mais acervo sobre o tema de genética sendo assim uma forma já de avaliar os livros didáticos. Pois em uma temática como a genética onde se possui muitos termos e conteúdo para ser ensinado em sala de aula é necessário um bom livro didático que aborde a temática de forma satisfatória (Prochazka, 2018).

Outro empecilho foi encontrar esses livros didáticos de forma fácil. Neste ponto, destaca-se que uma das editoras, Editora Moderna, disponibiliza todos os livros do PNLD 2021 de forma fácil, gratuita e organizada em seu *site*. As demais editoras não disponibilizam de forma gratuita.

Ademais, a análise se refere ao manual do professor. Então alguns pontos podem não ser encontrados no livro do aluno, pois o manual do professor geralmente traz orientações para docente, atividades complementares e outros tópicos exclusivos.

.1 - Contextualização

Nesse tópico iremos observar quais métodos foram usados para iniciar o conteúdo de genética nos livros didáticos, e se aconteceu a interdisciplinaridade com outros conteúdos ou com atualidades do cotidiano dos estudantes.

O LD1 apresenta uma abordagem diferente dos demais, cada capítulo inclui metas de aprendizagem para o professor, com o objetivo de garantir que, ao final, os estudantes consigam conceituar termos e compreender agrupamentos de conteúdos dentro da genética, como o sistema ABO e os heredogramas. No entanto, para os alunos, a introdução se inicia com um breve histórico sobre o uso do DNA na identificação, seguido de uma abordagem sobre Mendel. Assim como nos outros livros, essa introdução pode não instigar tanto o interesse dos estudantes.

Ao analisar o início dos capítulos de genética, percebemos que metade dos livros didáticos apresenta introduções semelhantes. O LD2 destaca a genética no contexto da seleção natural, enquanto o LD3 adota uma abordagem mais diversificada, incentivando os estudantes

a refletirem sobre filmes que abordam o tema. Além disso, o LD3 utiliza elementos visuais para relembrar um desses filmes como ilustrado na figura 1, em seguida, introduz o capítulo abordando um tema central da obra sendo esse a engenharia genética.

FIGURA 1: LD3 TRAZENDO IMAGEM DO FILME “JURASSIC PARK” PARA INTERLIGAR COM O CONTEÚDO DE ENGENHARIA GENÉTICA.



Fonte: Moderna, 2020

No LD4, a abordagem está relacionada a atualidades, destacando temas como a pandemia e a participação de mulheres na ciência, através disso é a menção a Jaqueline Goes de Jesus (como ilustrado na figura 2), que sequenciou em apenas 48 horas o código genético do SARS-CoV-2 no Brasil. Essa abordagem evidencia o papel das mulheres na ciência, especialmente no contexto brasileiro, além de introduzir a temática de maneira interessante e atual.

FIGURA 2: INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO RELACIONADO À TEMÁTICA DE GENÉTICA DO LD4.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

1 por que a ocorrência de mutações em agentes causadores de doenças, como o novo coronavírus, poderia dificultar o desenvolvimento de estratégias de combate a eles? converse com seus colegas a respeito.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

■ Jaqueline Góes de Jesus, uma cientista baiana que coordenou pesquisas importantes para identificar o material genético do SARS-CoV-2 no Brasil.

[...] "Se o vírus não mudar, é mais fácil encontrar soluções viáveis", diz Jasarevic, da OMS.
[...]

SEPHAMO, C. O que mutações podem representar no combate ao novo coronavírus. BBC Brasil. 27 mar. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52069729>. Acesso em: 20 ago. 2020.

As mutações são alterações no material genético. Elas contribuem para a ampliação da diversidade genética existente entre os seres vivos, sendo um dos fatores que explicam a teoria evolutiva mais aceita atualmente entre a comunidade científica. Neste tema, estudaremos a **teoria sintética da evolução**, que envolve, além da mutação, um conjunto de processos, como a recombinação gênica, o fluxo gênico, a deriva genética e a seleção natural.

Fonte: FTD, 2020

4.2 - Linguagem utilizada nos textos

A comunicação do LD1 apresenta pontos positivos, especialmente na forma como os termos genéticos são introduzidos. Cada termo é destacado em **negrito** ao ser mencionado pela primeira vez, seguido imediatamente por sua definição, como temos esses exemplos “**Linhagem pura** é aquela que, por autofecundação, produz apenas plantas iguais a ela mesma” ou “...geralmente ocorre por **autofecundação**, processo em que os gametas femininos são fecundados pelos gametas masculinos da mesma flor.”. Essa abordagem facilita a consulta rápida, permitindo que os alunos localizem e relembram facilmente o significado das palavras.

Além disso, o livro apresenta dois capítulos sobre genética, organizados em tópicos. No segundo capítulo, possui um tópico intitulado 'Conceitos básicos em genética', o foco está na explicação da probabilidade genética, envolvendo muitos termos que os alunos estão revisando ou aprendendo pela primeira vez. No entanto, a abordagem se concentra exclusivamente na probabilidade e na resolução de problemas matemáticos, embora, esses aspectos sejam

fundamentais, poderiam ser introduzidos um pouco mais adiante, já que a forte conexão entre genética mendeliana e matemática muitas vezes causa rejeição entre os estudantes (Santos, 2010).

Ademais, ao longo dos dois capítulos de genética a linguagem utilizada no LD1 é feita de uma forma eficiente e que consegue desenvolver para os estudantes os conteúdos, principalmente através de algumas imagens que facilitam a visualização do conteúdo. Sendo assim, importante existir um equilíbrio na linguagem utilizada no texto, esta deve utilizar elementos da linguagem cotidiana atrelada a um discurso científico (Jotta; Carneiro, 2009).

Além disso, no LD2, a linguagem utilizada é mais simples e menos científica do que no LD1. No entanto, esse livro apresenta conteúdo mais amplo e informativo, abordando desde os conceitos básicos da genética, fundamentais para a temática, até temas como biotecnologia e aplicações genéticas. Diferentemente dos outros livros, o LD2 promove uma interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento. Esse fato apresenta relevância no processo de ensino e aprendizagem, pois segundo Bonato *et al.* (2012), compreender as conexões entre diferentes disciplinas permite inovar, ampliar saberes, recuperar possibilidades e superar um pensamento fragmentado. Nesse sentido, o capítulo destaca a presença das mulheres na ciência, abordando figuras como Rosalind Franklin, conforme ilustrado na imagem 3, unindo conhecimentos e trazendo novas perspectivas sobre a genética.

FIGURA 3: FERRAMENTA UTILIZADA PELO LD2 PARA ABORDAR SOBRE MULHERES NA CIÊNCIA.

DIALOGANDO COM AS CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

As mulheres na ciência

Neste capítulo debatemos o intenso processo de pesquisa que culminou na proposição do modelo de dupla hélice da molécula de DNA. Como vimos, a Foto 51 foi uma peça central nesse processo. Porém, ela foi mostrada a Watson e Crick por Wilkins sem o consentimento de Rosalind Franklin. Ela faleceu em 1958, de câncer no ovário, sem saber que teve participação tão importante nessa descoberta. Em 1962, Watson, Crick e Wilkins receberam o prêmio Nobel de Medicina. O reconhecimento de Rosalind Franklin só ocorreu anos mais tarde.

No ano de 1967, Watson publicou um livro no qual menciona Franklin. Ele discute por que a cientista não inferiu uma estrutura para o DNA diante da evidência da Foto 51. Ele levantou algumas possibilidades: ela não teria conseguido interpretar a própria evidência e nem percebeu que o DNA seria helicoidal. Além disso, Watson considera que ela estaria usando uma metodologia experimental inadequada.

A partir dessas colocações de Watson, surgiram duas formas principais de explicar o que ocorreu. Uma delas destaca a importância de Franklin e que sua pesquisa levava à proposição de uma estrutura para o DNA. Isto é, se a foto não tivesse sido mostrada a outras pessoas, ela teria avançado em suas pesquisas e propria o modelo.

A outra explicação também sustenta a importância de Franklin; porém, indica que os objetivos de Watson e Crick e os de Franklin eram distintos. Franklin não estaria interessada em pesquisar os genes, portanto ela possivelmente não pretendia propor uma estrutura para a molécula de DNA.

Independentemente da versão, ambas ressaltam a importância de Franklin e levantam questões sobre a participação e a visibilidade das mulheres na ciência. Temos uma herança histórica e cultural de ver a ciência como uma atividade realizada por homens. Muitos têm uma visão ingênuo de que a ciência está apartada de questões sociais e culturais de nosso mundo. Como se a ciência fosse imune a processos como discriminação e desigualdade que marcam a sociedade.

Figura 2.34 – Capa da revista Time com representação de Rosalind Franklin, mulher do ano de 1953, e a Foto 51.

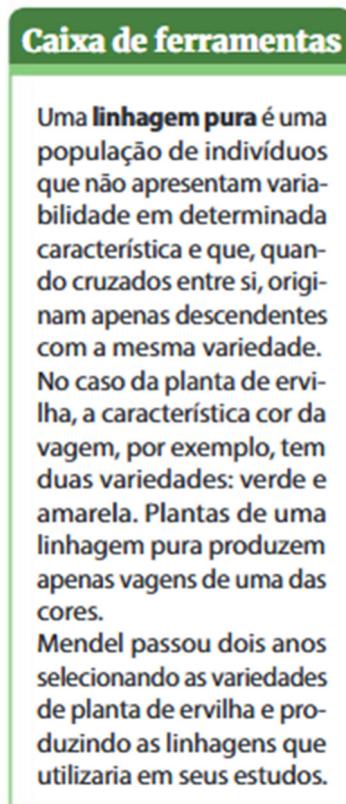
A capa da revista Time mostra uma fotografia de Rosalind Franklin, uma mulher com cabelo escuro e trançado, vestida com um blazer branco e uma camisa azul. Ela está segurando uma fotografia de um modelo de DNA. O nome "TIME" está escrito em grandes letras na parte superior da capa, com "THE WEEKLY NEWSPAPER" abaixo. Abaixo do nome, há o subtítulo "Rosalind Franklin: Woman of the Year".

Fonte: Scipione, 2020.

No LD3, a comunicação é clara e semelhante à do LD1, porém com uma linguagem menos técnica, onde menos termos genéticos acabam facilitando o entendimento dos alunos (Santos, 2010). Sendo ambos da mesma editora, era esperado que seguissem parâmetros semelhantes, mas o LD3 se destaca por adotar uma abordagem diferenciada, um exemplo disso é a seção intitulada 'Caixa de Ferramentas' (como mostrado na figura 4), que apresenta termos acompanhados de breves explicações e contextualizações, auxiliando na compreensão do conteúdo.

A linguagem no LD4 é clara, e os termos científicos são utilizados de forma coerente. Assim como no LD1, o livro apresenta os termos seguidos de suas respectivas explicações, no entanto, a linguagem no LD4 é menos carregada cientificamente, tornando o conteúdo mais acessível para os estudantes. Ao analisar as ferramentas que facilitam a compreensão da linguagem, observamos poucas opções com essa finalidade. Durante o capítulo, há apenas um pequeno glossário que define alguns termos presentes no texto, mas que não são explicados ao longo do conteúdo. Rodrigues et al. (2022), fizeram uma análise de publicações da seção de materiais didáticos da revista Genética na Escola e atestaram que as dificuldades em aprender genética, mais uma vez, estão fortemente vinculadas aos conteúdos de difícil assimilação, alta complexidade dos termos e pouca relação que se traz para a sala de aula de genética com a realidade vivenciada por quem aprende.

FIGURA 4: “CAIXA DE FERRAMENTAS”, TÉCNICA DE LEMBRETE UTILIZADA PELO LD3.



Fonte: Moderna, 2020

Após analisar a linguagem de todos os livros didáticos, podemos perceber que cada um adota uma forma distinta de se comunicar com os estudantes. Enquanto, alguns utilizam uma linguagem mais científica, outros preferem uma abordagem mais simples e direta. No entanto, todos mantêm uma comunicação coerente, conforme afirmado por Jotta (2009), às linguagens visual e verbal devem estar integradas em um livro didático, com o objetivo de colaborar efetivamente para a aprendizagem, dessa forma, o texto deve sempre remeter às imagens.

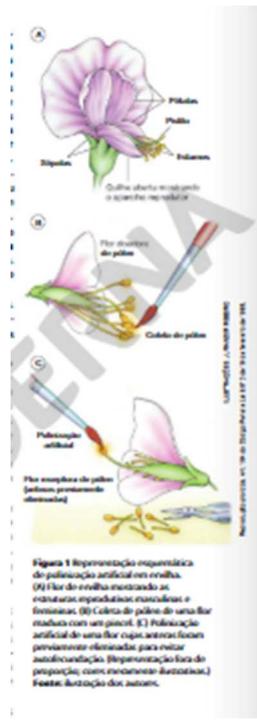
4.3 - Imagens

Neste parâmetro, buscou-se analisar se as imagens, gráficos e outras formas de comunicação visual contribuem para facilitar o entendimento dos alunos e são apresentadas de maneira clara. Esse aspecto é crucial, pois as imagens desempenham papel fundamental no aprendizado, as informações visuais tendem a ser retidas na memória de forma mais eficaz do que os textos, que frequentemente são esquecidos, como afirmam Tomio *et al.* (2013), evitando lacunas que possam comprometer a construção do conhecimento científico, conforme Chiappetta e Kobayashi (2004), quando o material didático apresenta lacunas conceituais ou

conteúdos superficiais, a formação dos estudantes é comprometida significamente, exigindo do professor um papel ainda mais ativo na complementação e mediação do conhecimento (Silva, 2021).

No LD1, a relação entre imagens e conteúdo verbal é a mais eficaz, com ambas as linguagens se complementando de maneira harmoniosa, e as imagens oferecem explicações visuais para muitos conceitos que frequentemente geram dificuldades de compreensão na genética. Além disso, apresentam informações inovadoras que raramente são abordadas em livros didáticos do ensino médio, como mostrado na imagem 5, que ilustra o método de polinização artificial das ervilhas.

FIGURA 5: DEMONSTRAÇÃO DA POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL DE ERVILHAS MOSTRADA NO LD1.

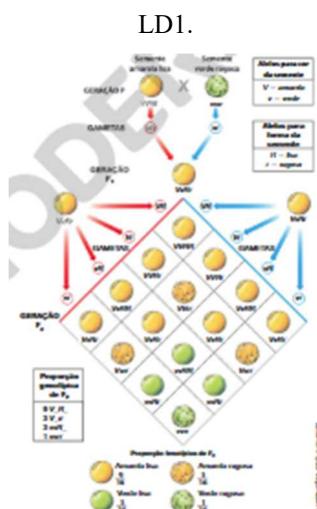


Fonte: Moderna, 2020.

Ao longo dos capítulos do LD1, diversas imagens são utilizadas, com pelo menos uma imagem por página, mas legendas dessas imagens desempenham um papel importante, muitas vezes adicionando informações essenciais e apresentando-as de maneira clara, como na figura 4, mas essa abordagem é constante em várias outras figuras. Quanto aos gráficos, embora não haja grande ênfase na utilização deles na temática, alguns são incluídos para ilustrar informações, no entanto, o quadro de Punnett, um tópico central, não é abordado por meio de gráficos, mas por uma representação esquemática alternativa, como mostrado na figura 6.

Visualmente, essa representação não é tão clara quanto uma tabela simples, que é utilizada em outros livros didáticos, podendo causar confusão em relação ao conteúdo.

FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE CRUZAMENTO DE ERVILHAS UTILIZADO PELO LD1.



Fonte: adaptada de REECE, J. B. *et al.* Biologia de Campbell. 10. ed. Porto Alegre: Artemed, 2015.

No LD2, o número de imagens esquemáticas sobre a temática genética é bem menor do que no LD1. Todavia, o livro traz novas imagens, especialmente relacionadas à genética e biotecnologia, áreas que não são abordadas nos outros livros, também se destacando por ser mais atualizado, trazendo conceitos como pleiotropia e corrigindo equívocos encontrados em outros livros, onde certos traços genéticos são descritos de maneira errônea, como sendo influenciados por um único gene, como ilustrado na figura 7.

FIGURA 7: TÓPICOS DESMITIFICANDO ABORDAGEM ERRÔNEA SOBRE PLEIOTROPIA NO LD2.

2.5 Modelos científicos podem mudar

Os resultados das pesquisas de Mendel foram apresentados em duas conferências e publicados na forma de artigo científico. Mais tarde, esse artigo seria a referência fundamental para as “leis da hereditariade”. Alguns anos depois, Mendel publicou outro artigo, no qual apresentou resultados de experimentos com chicória (*Cichorium pumilum*), semelhantes aos realizados com as ervilhas. No entanto, os resultados foram completamente incompatíveis com o modelo que ele havia publicado anteriormente.

Desacreditado por essa conclusão, Mendel abandonou os trabalhos com cruzamentos vegetais. Foi somente no final do século XIX que seus estudos tiveram a importância e a relevância reconhecidas pela sociedade científica, e ele passou a ser considerado o “descobridor das leis da hereditariade”. Mendel faleceu em 1884, aos 62 anos, vítima de uma nefrite (inflamação de estruturas renais).

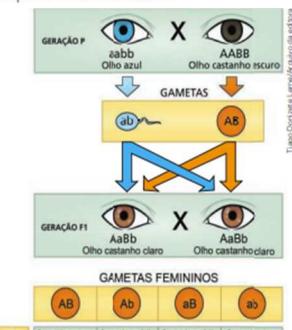
Como veremos a seguir, os resultados de Mendel foram importantes para os desdobramentos pós-darwinianos da teoria da evolução e para a Genética, que se desenvolveu muito desde então. Os princípios básicos da segregação independente continuam válidos, até mesmo em casos mais complexos de hereditariade.

Entretanto, alguns fenômenos relacionados à hereditariade não foram previstos pelo modelo de Mendel. Ao longo do século XX, outros padrões de herança foram identificados e tornaram o modelo mais complexo e com maior capacidade preditiva:

- há casos em que não se observa a dominância de um alelo sobre outro (dominância incompleta e codominância);
- na maioria dos casos, um gene não condiciona apenas uma característica fenotípica (pleiotropia);

lanina serão altas e a pessoa terá olhos castanho-escuros. Quando todos os alelos são recessivos, não ocorrerá produção do pigmento e a pessoa terá olhos azuis. As cores intermediárias variam de acordo com a quantidade de melanina que está sendo expressa, regulada por um efeito cumulativo da herança de dois genes. Os alelos representados por uma letra maiúscula (dominantes) determinam a presença de melanina na íris. Já os alelos representados pelas letras minúsculas (recessivos) não determinam a presença de melanina na íris.

Perceba que esse também é um modelo explicativo. Assim, como ocorre em outros modelos científicos, pode haver mudanças. Outros genes podem estar envolvidos nessa herança e ainda não se sabe ao certo a relação que eles mantêm entre si.



Fonte: Scipione, 2020.

No LD2 e LD3, há uma abordagem mais visual para explicar outros tipos de herança, algo que não foi utilizado no LD1, que abordou apenas dominância incompleta, codominância e epistasia sem recursos visuais. Essa falta de elementos visuais pode dificultar o entendimento dos alunos, pois as semelhanças entre esses conceitos e as nomenclaturas similares podem gerar confusão sem o apoio de representações visuais (Silva, 2015). Referente a isso podemos observar as comparações entre as abordagens visuais nos livros, como na figura 8, que ilustra a codominância no LD2, e na imagem 9 do LD3, ambos da mesma editora.

No LD4, há uma quantidade reduzida de conteúdo abordado, questão que será discutida com mais detalhes no próximo tópico. Consequentemente, a linguagem visual também se torna menos interessante, apresentando imagens comuns e um texto muito raso em conteúdo, de forma que não possuem juntos aprofundamentos sobre a temática.

FIGURA 8: LD1 ABORDANDO CONTEÚDO DE CODOMINÂNCIA:

Codominância

Há casos em que indivíduos heterozigóticos para determinado gene expressam simultaneamente os fenótipos dos dois tipos de indivíduos homozigóticos. Esse fenômeno, denominado pelos geneticistas codominância, ocorre porque os dois alelos do gene são funcionais, de modo que o indivíduo heterozigótico apresenta os produtos de ambos os alelos e manifesta as características dos homozigóticos para cada alelo. Mais adante, veremos um exemplo de codominância que ocorre entre os alelos I^A e I^B , do sistema de grupos sanguíneos ABO humano.

Aplicando conhecimentos

Responda as questões em seu caderno.

1. Qual alternativa contém o ponto fundamental da hipótese proposta por Mendel, que constitui a 1^a lei da herança?

- Autorreprodução.
- Fecundação cruzada.
- Separação dos fatores hereditários na formação dos gametas.
- União dos fatores hereditários na formação dos gametas.

Utilize a alternativa a seguir para responder às questões 2 e 3.

a) dois fenótipos, um correspondente aos genótipos homozigóticos dominante e heterozigótico e outro correspondente ao genótipo heterozigótico recorrente.
b) dois fenótipos, um correspondente aos genótipos heterozigóticos recorrentes.

Mais sobre

A raiz das calabças pode ser arredondada, ovalada ou alongada. Cruzamentos entre plantas de raiz alongada e plantas de raiz arredondada produzem indivíduos com raiz ovalada. Cruzamentos entre indivíduos com raiz ovalada resultaram em 400 descendentes, dos quais 100 apresentaram raiz arredondada e 105, raiz arredondada.

■ Qual é o provável tipo de herança dessa característica? Como se chama a expressão genética?

■ Muitas espécies de plantas e animais possuem cores ou padrões de pelagem que resultam da combinação de genes que controlam a produção de pigmentos. Brinque com a herança da pelagem de animais.

Fonte: Moderna, 2020.

FIGURA 9: LD3 DEMONSTRANDO FIGURATIVAMENTE SOBRE CODOMINÂNCIA.

Codominância

Na codominância, também não há relação de dominância entre os alelos; diferentemente da dominância incompleta; no entanto, ambos os alelos são funcionais e, por isso, o heterozigoto não apresenta um fenótipo intermediário, mas um fenótipo resultante da manifestação simultânea dos dois alelos.

Um exemplo é a cor da pelagem de gado da variedade Shorthorn. Os homozigotos podem ter pelos da cor vermelha (VV) ou branca (vv), e os heterozigotos (Vv) apresentam pelos vermelhos e brancos, que resultam na coloração marmorada, denominada ralo.

COR DA PELAGEM EM GADO SHORTHORN

Variação da cor da pelagem em gado Shorthorn, que mede cerca de 1,4 m de altura [A] (pelagem vermelha, só homozigota (VV)); [B] (pelagem branca no homozigoto (vv)); [C] (pelagem ralo na heterozigota (Vv)).

Fonte: Moderna, 2020.

Embora o LD3 seja da mesma editora do LD1, ele apresenta menos imagens. Mas de maneira geral, os tópicos são abordados corretamente, sem excessos ou falta de representações visuais, sendo as principais diferenças observadas podem ser vistas nas figuras 8 e 9, e outra distinção importante está nos quadros de Punnett: no LD3, eles são apresentados em forma de tabela, o que os torna mais simples e visualmente mais fáceis de compreender. No LD1, no entanto, essa representação gráfica não é tão clara como observado na figura 6.

4.4 - Conteúdos

Este tópico avalia a construção e o volume do conteúdo abordado em cada livro didático, além de analisar a inclusão de atualidades e temáticas que envolvem os estudantes, como filmes ou séries.

No LD1, a comunicação inicial é mais voltada para o professor, sendo disponível apenas no manual do docente. O conteúdo é dividido em dois capítulos: o primeiro, intitulado 'As leis

da herança', e o segundo, 'Bases cromossômicas da herança', ambos os capítulos começam com uma apresentação das metas de aprendizagem, sempre utilizando a linguagem no infinitivo, como um objetivo pré-estabelecido para a aprendizagem.

A primeira parte do LD1 não foca tanto no conteúdo em si, mas sim em como abordar o tópico e quais atividades podem ser realizadas com os estudantes para melhorar a compreensão do assunto. Além disso, são apresentadas questões complementares para cada tópico, as quais são importantes para auxiliar na assimilação do conteúdo.

Os conteúdos no LD1 são abordados de forma satisfatória, os dois capítulos são organizados de maneira lógica, com o primeiro focado na genética mendeliana e o segundo em citogenética. Embora cada temática tenha sua devida importância, ambos os capítulos carecem de conteúdos complementares e atualidades, onde torna a construção do conteúdo no LD1 confusa, especialmente ao tratar da genética mendeliana, o que pode dificultar a conexão entre Mendel e a probabilidade para os estudantes. Além disso, há uma necessidade de aprimorar a interdisciplinaridade entre a biologia e a matemática, sendo a abordagem da probabilidade visualmente confusa e não estabelece conexões claras com as leis de Mendel.

No LD2, a construção do conteúdo segue uma estrutura bastante linear, começando pela genética mendeliana, passando pelas atualizações na genética, biotecnologia e, por fim, abordando a citogenética conectando com a genética na biodiversidade. O conteúdo do LD2 é muito rico, abordando temas que não são tratados em outros materiais, e como já mencionado, a escrita é menos científica em comparação com os outros livros didáticos avaliados, o que é um ponto importante a ser considerado na escolha do material, dependendo da turma para a qual será destinado.

Ademais, o LD2 aborda a atualização de conteúdos que antes foram informados de uma forma incorreta, como ilustrado na figura 7, e também trata de outros pontos importantes, como biotecnologia e exames de DNA, esses testes de DNA são abordados em apenas alguns livros didáticos e desempenham um papel crucial na inserção de conhecimentos científicos atualizados, além de ajudar a desmistificar conceitos para os estudantes.

No LD3, a construção do conteúdo segue uma abordagem diferente, começando pela citogenética e depois passando para a genética mendeliana, o desenvolvimento da genética mendeliana é muito bem-feito, com uma integração eficaz entre elementos visuais e textuais, o que facilita o aprendizado e evita confusões. Em seguida, o conteúdo aborda uma temática mais atual, a engenharia genética, no entanto, essa abordagem é feita de maneira superficial e não traz informações suficientemente atualizadas sobre o tema

Como mencionado no tópico anterior, o LD4 apresenta conteúdo bastante resumido, abordando de forma superficial a genética mendeliana e trazendo pouco conteúdo sobre atualidades na genética. Além disso, os temas são apresentados de maneira concisa, com conexão entre si, mas sem aprofundamento. Desse modo, o livro não se mostra como um material de grande apoio para o professor em sala de aula, pois seu conteúdo é abordado de forma mais completa nos outros livros.

4.5 - Exercícios e atividades complementares

Em relação aos exercícios, o LD1 é o livro mais completo. No guia do professor, há uma seção essencial com diversas questões e atividades sugeridas para cada tópico abordado no livro. Mas na seção voltada para o discente, cada tópico dentro dos capítulos possui questões que complementam o conteúdo, também há uma conexão com o suplemento do professor, que apresenta exemplos de atividades em grupo, como ilustrado na figura 11. Essas atividades sugerem pesquisas e debates sobre temáticas de genética, onde ao final do capítulo, o livro ainda oferece questões de diversos vestibulares onde o tema foi abordado, o que é fundamental para o desenvolvimento crítico do estudante.

FIGURA 10: ATIVIDADES EM GRUPOS PARA SUPLEMENTO DE CONTEÚDO NO LD1.

Atividade em grupo  [Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.](#)

Forme um grupo de colegas para pesquisar na internet, em sites confiáveis, a aplicação das técnicas de identificação de pessoas pelo DNA em investigações policiais. É importante levantar aspectos como o ano que surgiu essa tecnologia, seu grau de confiabilidade e a ampliação de sua utilização entre outros. Combine com o professor como cada grupo poderia apresentar suas pesquisas.

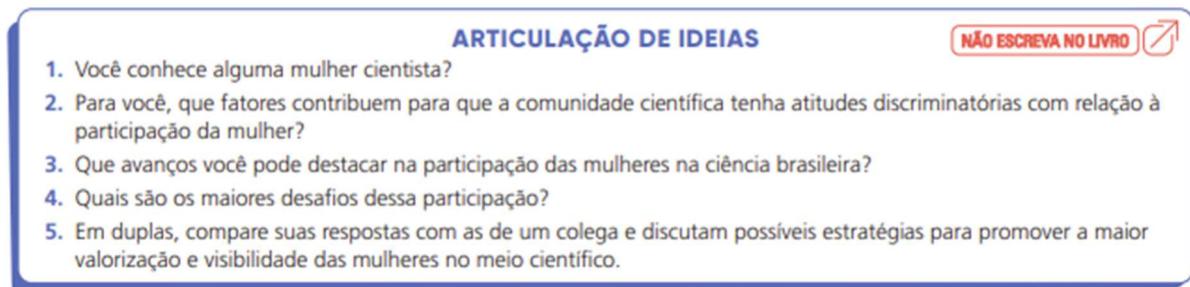
Os grupos também podem pesquisar sobre como a tecnologia de identificação de pessoas pelo DNA permitiu resolver casos de paternidade duvidosa. Antes dessa técnica, o método empregado de identificação da paternidade era baseado no estudo dos grupos sanguíneos da mãe, do filho e do suposto pai. Na época, utilizava-se a expressão "exclusão de paternidade", pois não era possível afirmar que determinado homem era o pai, mas apenas que ele poderia ser. Pesquise a respeito desse assunto e elabore, com seu grupo, um pequeno texto sobre como a identificação de pessoas pelo DNA substituiu com vantagem a antiga técnica de averiguação da paternidade por grupos sanguíneos.

Fonte: Moderna, 2020.

No LD2, há diversas questões ao final do capítulo abordando temas de vestibulares, embora em menor quantidade em comparação ao LD1. No entanto, dentro do capítulo, há poucas questões diretas, em vez disso, o livro propõe projetos e questões de 'articulação de ideias', que incentivam os estudantes a refletirem e questionarem sobre diferentes temas, um

exemplo disso está na imagem 12, em que as perguntas abordam a participação de mulheres na ciência.

FIGURA 12: LD2 TRAZENDO QUESTÕES SOBRE MULHERES NA CIÊNCIA.



Fonte: Scipione, 2020.

O LD4, devido à abordagem mais resumida de seu conteúdo, apresenta poucos exercícios, não possui atividades ao longo do capítulo, apenas algumas questões ao final. Além disso, o livro não traz atividades complementares, tornando-se limitado também nesse critério.

QUADRO 2: O QUADRO DEFINE SOBRE OS TÓPICOS AVALIADOS ONDE “++” REPRESENTA “PRESENTE DE FORMA EXPLÍCITA”, “+” REPRESENTA “PRESENTE, MAS POUCO DISCUSIDO” E “-” REPRESENTA “AUSENTE.”

	LD1	LD2	LD3	LD4
Contexto	+	+	++	+
Linguagem utilizada	+	++	+	+
Imagens	+	++	++	+
Conteúdos	++	++	++	+
Exercícios	++	+	+	+

Fonte: elaborado pela autora.

O quadro busca trazer de uma forma simplificada cada livro, mostrando seus pontos fortes e pontos fracos, a fim de demonstrar que cada livro possui sua metodologia. Enquanto alguns oferecem mais materiais de apoio e maior volume de atividades, outros focam em questões de vestibulares, pensamento crítico sobre atualidades ou atividades em grupo. Dessa forma, cabe ao professor refletir sobre sua abordagem pedagógica e escolher o material que melhor se adapta ao perfil da turma e aos objetivos de ensino.

Deste modo, acredito que o LD2 apresente a melhor abordagem da genética para um livro didático, pois seus pontos fracos podem ser facilmente complementados pelo professor, diferente de outros livros didáticos que a falha no conteúdo ou na linguagem poderia dificultar a abordagem em sala de aula e a utilização dos estudantes.

5. Considerações finais

Ao iniciar este estudo, o objetivo principal foi analisar como o conteúdo de genética está sendo abordado nos livros didáticos. A partir da investigação realizada, foi possível observar que os materiais analisados apresentam informações fundamentadas em fontes confiáveis, garantindo uma abordagem responsável do tema. No entanto, a forma como o conteúdo é apresentado varia entre os livros, exigindo que o docente selecione o material mais adequado à realidade dos seus estudantes.

Quando se analisa o principal aspecto dos livros didáticos, que é o conteúdo, observa-se que no LD1, LD2 e LD3 apresentam uma abordagem diversificada e abrangente sobre genética. No entanto, um dos livros analisados apresentou limitações na profundidade e na amplitude do tema, evidenciando a importância de uma criteriosa seleção do material didático por parte do docente. Considerando que o livro didático é uma ferramenta essencial no processo de ensino-aprendizagem, sua escolha deve garantir que os estudantes tenham acesso a informações completas e bem estruturadas, assim evitando que a formação do estudante seja comprometida por lacunas conceituais ou por conteúdos abordados superficialmente.

Em relação à incorporação de temas atuais, verificou-se que apenas no LD4 analisados menciona a pandemia, e mesmo assim, de forma breve, em sua introdução. Esse aspecto evidencia uma limitação na atualização dos conteúdos, considerando os avanços científicos significativos na área da genética até o ano de 2020, ano quando foram redigidos e publicados. Como há uma lacuna na inclusão de descobertas recentes, aponta para a necessidade de uma revisão contínua desses materiais para garantir que os estudantes tenham acesso a informações atualizadas e contextualizadas.

Além disso, foi importante que apenas os LD2 e LD4 trouxeram sobre mulheres na ciência, esse é um tema primordial. A inclusão dessa temática nos materiais didáticos é essencial para promover a equidade de gênero no campo científico e reconhecer as contribuições de pesquisadoras ao longo da história, no contexto da genética, essa discussão torna-se ainda mais pertinente, dado o papel crucial de Rosalind Franklin na descoberta da estrutura do DNA. Dessa forma, a interseção entre a representatividade feminina na ciência e o

ensino de genética reforça a necessidade de destacar essas contribuições nos livros didáticos, garantindo uma abordagem mais inclusiva e historicamente precisa.

Assim, conclui-se que a escolha do livro didático deve ser feita com base em uma análise detalhada dos critérios pedagógicos, sempre considerando a adequação dos conteúdos às necessidades dos estudantes. Além disso, para superar as limitações dos materiais disponíveis, recomenda-se que os professores utilizem estratégias complementares, como metodologias ativas, ensino baseado em projetos e o uso de tecnologias educacionais. Isso permitirá uma abordagem mais dinâmica e eficiente no ensino de genética, garantindo que os alunos desenvolvam uma compreensão sólida e crítica desse tema essencial para a educação científica.

REFERÊNCIAS

- Appolinário, Fábio. As dimensões da pesquisa. In: Appolinário, Fábio. *Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa*. 2. ed. [s.l.]: Cengage Learning, 2011. Cap. 5, p. 59-71.
- Araujo, Maria Gabriela. *A importância da interdisciplinaridade entre o ensino de física, química e biologia no ensino fundamental*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/235554>. Acesso em: 16 set. 2023.
- Bonato, Nailda; Lima, Maria de Fátima; Silva, José Carlos; Pereira, Ana Paula. A interdisciplinaridade no contexto educacional: desafios e perspectivas. *Revista Educação em Foco*, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2012.
- Brasil. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=74326-bncc-2017&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 18 jan. 2025.
- Brasil. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=88740-bncc-ensino-medio&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 18 jan. 2025.
- Brasil. Ministério da Educação. *PNLD*. Portal MEC, 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoes1921564125/pnld439702797/12391-pnld>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- Brasil. Ministério da Educação. *Novo Ensino Médio: Perguntas e Respostas*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- Cajas, Fernando. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001.
- Chiappetta, Maria; Kobayashi, Mariana. Os livros didáticos e o ensino de ciências: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Educação*, v. 9, n. 25, p. 77-92, 2004.
- Fracalanza, Hilário. *O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil*. 1992. 293 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- Krasilchik, Myriam. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- Lajolo, Marisa; Zilberman, Regina. *A formação da leitura no Brasil*. São Paulo: Ática, 1996.

Lohmann, Letícia A. D. *Abelhas no ensino de Ciências: Análise de Livros Didáticos dos anos finais do ensino fundamental*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2020.

Lourenço, Henrique da Silva. Tempo político, Novo Ensino Médio e conhecimento. *Trabalho Necessário*, Campinas, v. 19, n. 39, p. 211-235, maio 2021. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/trabalhonecessario/article/view/47163/29255>. Acesso em: 18 jan. 2025.

Jotta, Leila de Aragão Costa Vicentini; Carneiro, Maria Helena da Silva. Malária: as imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

Machado, Márcio Fraiberg. *Análise dos conceitos sobre a origem da vida nos livros didáticos do ensino médio, na disciplina de biologia, de escolas públicas gaúchas*. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Minayo, Maria Cecília de Souza. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 29. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

Mirzoeva, Sabina. Métodos eficazes de ensino de genética: estratégias baseadas na pesquisa educacional e princípios da aprendizagem ativa. *Revista de Práticas Educacionais*, v. 5, n. 2, p. 45-67, 2023.

Moreira, João; Caleffe, Luiz. *Metodologia da pesquisa para o professor universitário*. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

Moreira, Antônio Flávio; Silva, Tomaz Tadeu da. *Curriculum, cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez, 1995.

Pedreira, Ana Julia; Carneiro, Maria Helena da Silva. O significado que os alunos atribuem aos materiais curriculares utilizados por professores de biologia, em escolas de ensino médio da rede pública de Brasília, Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, p. 1343-1348, 2017.

Rosa, Marcelo D'aquino. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. *Reppe: Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, Cornélio Procópio, v. 1, n. 2, p. 132-149, abr. 2017.

Rodrigues, L. B., et al. (2022). Análise de estratégias didáticas propostas por um periódico brasileiro para o ensino de genética, nos anos de 2017 a 2021. REVES - Revista Relações Sociais, 5(4), 1-9, 15056–01e. <https://doi.org/10.18540/revesv5iss4pp15056-01e>. Acesso em: 27.jan.2025.

Pereira, Beatriz. *Genética Cidadã no Livro Didático: Análise de Coleções de Biologia Integrantes do Programa Nacional do Livro Didático 2012*. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura de Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

Rosa, Silvia Regina Garcia; Silva, Maria Rita da. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Londrina, v. 3, n. 2, p. 59-78, jul. 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170773>. Acesso em: 16 jan. 2025.

Santa Catarina. Secretaria de Estado da Educação. *Curriculum Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense*. Florianópolis: SED, 2019. Disponível em: <https://www.cee.sc.gov.br/index.php/downloads/documentos-diversos/curriculo-base-do-territorio-catarinense/1620-curriculo-base-ed-infantil-e-ens-fundamental-de-sc/file>. Acesso em: 18 jan. 2025.

Santos, V. C. Estratégias para o ensino de genética: uma abordagem contextualizada. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 2, p. 123-135, 2010.

Saviani, Dermeval. A reforma do Ensino Médio: uma análise crítica. *Revista HISTEDBR Online*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 4-27, 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8649988>.

Silva, M. A. O uso de analogias no ensino de ciências: uma análise de sua eficácia no aprendizado de genética. 2015. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

Silva, T. T. da; SANTOS, V. C. dos. A construção histórica do conceito de enzima e sua abordagem em livros didáticos de biologia. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p. 789-805, jul.-set. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/nCzVpjWPTFRVyy9shFKQ7f/?lang=pt>.

Tomio, Gilberto; Silva, Rosane da; Mota, Andréa; Wartha, Ernani. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas. *Cadernos de Pesquisa*, v. 20, n. 2, p. 123-145, 2013.

Umeres, Isabella Carolina. *Vacinas no ensino de Ciências da Natureza: uma análise em livros didáticos do Novo Ensino Médio*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/74789/ISABELLA%20CAROLINA%20UMERES_BIOLOGIA_2021_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 16 jan. 2025.