ReGeo ISSN: 2177-3246

CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS HUMANAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD 2024

HUMAN GENETIC CHARACTERISTICS IN TEXTBOOKS OF PNLD 2024

CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS HUMANAS EN LIBROS DIDÁCTICOS DEL PNLD 2024

https://doi.org/10.56238/revgeov17n8-119

Data de submissão: 10/07/2026 **Data de publicação:** 10/08/2026

Dácio Dacliélio Tenório da Silva
Licenciando em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
E-mail: dacio.daclielio@estudante.ufcg.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-2441-3125
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2779301305285848

Manoel Messias da Silva
Mestrando em Ensino de Biologia
Instituição: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
E-mail: manoellmd6@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-1292-1437
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4200273643937194

Isaque Batista Correia
Licenciando em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
E-mail: Isaquecorreia9@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0009-5224-9012
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1162783641647150

Vitória Régia de Oliveira Moura Morais
Mestra em Ensino
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
E-mail: vitoriaregia.psic@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0040-7607
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5497643928208027

Maria Heloísa Furtunato Rocha
Mestranda em Ciências Florestais
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
E-mail: heloisafurtu@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0008-2927-3690
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2179999901312608

Francisca Vitória Amaral Nobrega
Especialista em Direito do Trabalho e Previdenciário
Instituição: Centro Universitário de Patos (UNIFIP)
E-mail: vitoriamaral123@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6480-1240
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6401295489683548

Paulo de Melo Bastos
Doutor em Engenharia de Ciências e Materiais
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9435055530148253

Marcos Antonio Nobrega de Sousa
Doutor em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade de São Paulo (USP)
E-mail: marcos.nobrega@professor.ufcg.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6550-6609
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4412109117021331

RESUMO
A abordagem da Genética no ensino de Ciências é determinante para a compreensão da hereditariedade e da variabilidade biológica. Porém, a utilização de modelos didáticos simplificados pode induzir a interpretações deterministas e essencialistas sobre a diversidade humana. Neste cenário, este estudo analisa como as características genéticas humanas são apresentadas nos livros didáticos de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD 2024). Trata-se de uma pesquisa documental e descritiva, de abordagem quantitativa com suporte qualitativo, desenvolvida a partir de dez coleções digitais (L1 a L10). No corpus analisado foram mapeadas 25 características genéticas humanas distribuídas em 437 ocorrências. Os resultados indicam prevalência do albinismo (16,25%), formato da orelha (13,04%), sardas (10,98%), sistema ABO (9,61%) e bico de viúva (8,92%), destacando-se a cor da pele pela presença no maior número de obras (8 livros). Constatou-se expressiva heterogeneidade entre as coleções, com variação de 19,91% das ocorrências em L2 até a ausência total em L6 (0,00%). Recursos visuais acompanharam 45,68% das ocorrências e atividades didáticas estiveram presentes em 50,62%, utilizando predominantemente exemplos tradicionais. Conclui-se que os livros didáticos ainda priorizam esquemas mendelianos clássicos, limitando a discussão sobre herança multifatorial e a interação gene-ambiente. Defende-se a necessidade de maior rigor conceitual nos materiais e mediação docente crítica para promover uma alfabetização científica emancipatória aos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Genética. Livro Didático. PNLD 2024. Genética Humana. Determinismo Biológico.

ABSTRACT
The teaching of Genetics in Science education is fundamental to understanding heredity and biological variability. However, the use of simplified didactic models may induce deterministic and essentialist interpretations of human diversity. Within this context, the present study analyzes how human genetic traits are presented in ninth-grade Science textbooks approved by the National Textbook and Instructional Material Program (Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2024). This is a documentary and descriptive study, employing a quantitative approach supported by

qualitative analysis, based on ten digital textbook collections (L1 to L10). Within the analyzed corpus, twenty-five human genetic traits were identified, distributed across 437 occurrences. The results indicate a predominance of albinism (16.25%), ear shape (13.04%), freckles (10.98%), the ABO blood group system (9.61%), and widow's peak (8.92%), with skin color standing out for being present in the largest number of works (8 textbooks). Substantial heterogeneity was observed among the collections, ranging from 19.91% of occurrences in L2 to a complete absence in L6 (0.00%). Visual resources accompanied 45.68% of occurrences, and didactic activities were present in 50.62%, predominantly employing traditional examples. It is concluded that textbooks continue to prioritize classical Mendelian schemes, thereby limiting discussion of multifactorial inheritance and gene-environment interaction. The findings underscore the need for greater conceptual rigor in instructional materials and for critical teacher mediation in order to promote emancipatory scientific literacy among students.

Keywords: Genetics Teaching. Textbooks. PNLD 2024. Human Genetics. Biological Determinism.

RESUMEN

El abordaje de la Genética en la enseñanza de las Ciencias es determinante para la comprensión de la herencia y de la variabilidad biológica. Sin embargo, la utilización de modelos didácticos simplificados puede inducir a interpretaciones deterministas y esencialistas sobre la diversidad humana. En este escenario, el presente estudio analiza cómo se presentan las características genéticas humanas en los libros de texto de Ciencias de 9º grado de Educación Básica aprobados por el Programa Nacional del Libro y del Material Didáctico (PNLD 2024). Se trata de una investigación documental y descriptiva, de abordaje cuantitativo con apoyo cualitativo, desarrollada a partir de diez colecciones digitales (L1 a L10). En el corpus analizado se identificaron 25 características genéticas humanas distribuidas en 437 ocurrencias. Los resultados indican una prevalencia del albinismo (16,25%), la forma de la oreja (13,04%), las pecas (10,98%), el sistema ABO (9,61%) y el pico de viuda (8,92%), destacándose el color de piel por su presencia en el mayor número de obras (8 libros). Se constató una heterogeneidad expresiva entre las colecciones, con una variación que va del 19,91% de las ocurrencias en L2 hasta la ausencia total en L6 (0,00%). Los recursos visuales acompañaron el 45,68% de las ocurrencias y las actividades didácticas estuvieron presentes en el 50,62%, utilizando predominantemente ejemplos tradicionales. Se concluye que los libros de texto todavía priorizan los esquemas mendelianos clásicos, limitando la discusión sobre la herencia multifactorial y la interacción gen-ambiente. Se defiende la necesidad de un mayor rigor conceptual en los materiales y de una mediación docente crítica para promover una alfabetización científica emancipadora en los estudiantes.

Palabras clave: Enseñanza de la Genética. Libro Didáctico. PNLD 2024. Genética Humana. Determinismo Biológico.

1 INTRODUÇÃO

A Genética ocupa um lugar importante no ensino de Ciências por permitir a compreensão da hereditariedade, da variabilidade biológica e das relações entre genes, ambiente e características humanas. Porém, sua abordagem no material didático ainda é frequentemente marcada por simplificações associadas aos modelos clássicos de herança; este fato pode favorecer interpretações deterministas quando a complexidade dos fenômenos genéticos não é devidamente problematizada (Bapty, 2023; Kampourakis, 2025).

Essa questão assume maior importância no ensino de características humanas, já que muitas delas envolvem padrões de herança distintos, interação entre múltiplos genes, influência ambiental e dimensões sociais associadas à diversidade humana. Nesse sentido, abordagens baseadas em genética multifatorial, pensamento populacional e interação gene-ambiente podem contribuir para reduzir concepções essencialistas sobre as características dos indivíduos (Donovan *et al.,* 2021; Wedow *et al.,* 2026).

No contexto dos livros didáticos brasileiros, Silva *et al.* (2025) observaram limitações na abordagem da genética humana, incluindo lacunas relacionadas ao conteúdo, às imagens, aos exercícios e à forma de apresentação de características e doenças genéticas nas obras do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021. Esses achados reforçam a importância de investigar novas edições do PNLD, considerando que a organização conceitual, a linguagem, os recursos visuais e as atividades propostas podem influenciar diretamente a compreensão dos estudantes sobre hereditariedade humana.

Nesse cenário, os livros didáticos assumem papel central, considerando que selecionam exemplos, organizam explicações, utilizam imagens e propõem atividades que podem favorecer ou limitar a aprendizagem dos estudantes. Assim, este estudo tem como objetivo analisar como as características genéticas humanas são abordadas em livros didáticos de Ciências aprovados pelo PNLD 2024, considerando a diversidade dos exemplos, sua distribuição entre as coleções, o uso de recursos visuais e a presença de atividades associadas.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental, de natureza descritiva, com abordagem quantitativa e suporte interpretativo qualitativo. A investigação foi desenvolvida a partir da análise de livros didáticos de Ciências aprovados no PNLD, edição 2024, destinados aos anos finais do Ensino Fundamental, com ênfase nos conteúdos associados à genética, hereditariedade e características genéticas humanas.

O corpus documental foi constituído por livros didáticos de Ciências pertencentes ao Objeto 1 do PNLD 2024. Inicialmente, identificou-se que o programa disponibilizou 14 coleções para a área de Ciências, sendo cada coletânea composta por quatro volumes, correspondentes ao 6º, 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. Para este estudo, foram selecionados apenas os volumes do 9º ano, por apresentarem os conteúdos relacionados à genética e à hereditariedade.

Do total das 14 coleções aprovadas, foi possível acessar apenas 10 volumes em formato digital, as quais compuseram o corpus final da pesquisa. As obras foram codificadas de L1 a L10, a fim de facilitar a organização dos dados e a comparação entre os livros analisados, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Relação dos livros didáticos analisados.

Cód.	Livro	Autor	Editora	ISBN	Volume	Ano
L1	#Sou+Ciências	Alysson Ramos Artuso, Angela Cristina Raimondi, Luciane Lazzarini, Vilmarise Bobato	Editora Scipione	978-65-5763-297-0	4	2022
L2	A Conquista — Ciências	Roberta Aparecida Bueno Hiranaka, Thiago Macedo de Abreu Hortencio	FTD	978-85-96-03460-9	4	2022
L3	Araribá Conecta – Ciências	Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna. Editora responsável: Rita Helena Bröckelmann	Moderna	978-85-16-13672-7	4	2022
L4	Ciências: Tecnologia, Sociedade e Ambiente	Martha Reis	Editora AJS	978-65-5878-069-4	4	2022
L5	Ciências Naturais – Aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto, Laura Celloto Canto Leite, Luiza Celloto Canto	Moderna	978-85-16-13880-6	4	2022
L6	Ciências, Vida & Universo	Leandro Pereira de Godoy, Wolney Candido de Melo	FTD	978-85-96-03668-9	4	2022
L7	Geração Alpha Ciências	Ana Luiza Petillo Nery, Gustavo Isaac Killner	SM Educação	978-65-5744-742-0	4	2022
L8	Jornadas Novos Caminhos Ciências	Daniela Teves Nardi (Editora responsável)	Editora Saraiva	978-65-5766-374-5	4	2022
L9	SuperAÇÃO! Ciências	Elisangela Andrade, Vanessa Michelan	Moderna	978-85-16-13592-8	4	2022
L10	Teláris Essencial Ciências	Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca	Editora Ática	978-65-5767-539-7	4	2022

Fonte: Os Autores, 2026

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão na pesquisa: livros didáticos de Ciências aprovados no PNLD 2024; obras pertencentes ao Objeto 1; materiais disponíveis integralmente em

formato digital; livros com capítulos sobre hereditariedade ou genética. Enquanto para exclusão foram retiradas da análise as obras que não integravam coleções de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental, materiais não aprovados na edição de 2024 do PNLD, livros não pertencentes ao Objeto 1, e obras que não puderam ser acessadas integralmente em formato digital.

A obtenção dos materiais foi realizada por meio de busca nos sites das editoras responsáveis pelas coleções aprovadas e na plataforma E-docente (https://www.edocente.com.br/). Após a localização das obras disponíveis, procedeu-se à leitura exploratória dos volumes do 9º ano, com o objetivo de identificar os capítulos e seções que abordavam conteúdos de genética e hereditariedade. Em seguida, foi realizada uma leitura analítica dos trechos selecionados, considerando o corpo do texto, imagens, legendas, quadros, esquemas, atividades e exercícios.

A unidade de análise adotada foi a frequência de características genéticas humanas nos livros didáticos. Foram consideradas como ocorrências todas as menções a traços hereditários humanos. Assim, a anotação da ocorrência de uma característica foi registrada em todos os diferentes recursos que desempenhasse função didática sobre o assunto genético avaliado, como: explicações textuais, ilustrações, exemplos, atividades, legendas ou quadros.

A quantidade das características identificadas foi registrada em planilha eletrônica, contendo o código do livro, a característica genética mencionada, a forma de apresentação no material, a quantificação de imagem associada, e questão ou atividade didática relacionada.

No decurso desse processo de sistematização, os traços fenotípicos semanticamente correspondentes ou pedagogicamente relacionados foram reunidos sob uma única designação de nomenclatura, com o objetivo de diminuir redundâncias e assegurar maior consistência na mensuração dos dados. A exemplo de termos, como: (bico de viúva e linha do cabelo em V), (capacidade de enrolar a língua e dobrar a língua), (cor da pele e tons de pele), bem como as diferentes formas de referência ao lóbulo da orelha. Para cada uma das características com denominações semelhantes, foi escolhida a forma mais correta tecnicamente para ser utilizada neste trabalho. Para as características que possuíam denominações únicas foi seguida a nomenclatura existente nos livros didáticos.

Os dados obtidos então foram avaliados quantitativamente por meio de uma análise estatística descritiva, com cálculo de frequências absolutas e relativas. O que permitiu identificar a distribuição das características genéticas humanas entre os livros, a frequência de cada característica, a presença de imagens ilustrativas e a ocorrência de questões associadas.

Complementarmente, também foi realizada uma análise qualitativa que buscou interpretar a forma como essas características foram mobilizadas nos materiais didáticos, considerando sua função

pedagógica, sua recorrência nos exemplos de hereditariedade e sua contribuição para o ensino de genética no Ensino Fundamental.

Por se tratar de pesquisa documental realizada exclusivamente com livros didáticos de acesso público e sem envolvimento direto de seres humanos, o estudo não demandou submissão a Comitê de Ética em Pesquisa. Ainda assim, foram preservados o rigor na coleta, organização e interpretação dos dados, bem como a identificação adequada das obras analisadas.

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS HUMANAS

A avaliação quantitativa das características genéticas humanas ocorreu de duas formas: 1) distribuição por tipo de característica entre os livros e 2) disposição da quantidade material sobre o assunto entre os livros.

A tabela 1 apresenta a quantidade de ocorrências das características genéticas humanas identificadas nos livros didáticos analisados, bem como a distribuição dessas menções entre as obras L1 a L10. A partir da análise destes dez livros didáticos que compuseram o corpus documental da pesquisa, foram identificadas 25 características genéticas humanas, totalizando 437 ocorrências distribuídas entre as obras analisadas.

Tabela 1. Distribuição das ocorrências de características genéticas humanas identificadas nos livros.

N°	Características	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Total
1	Albinismo	-	28	-	1	-	-	-	-	6	36	**71**
2	Altura/estatura	-	-	-	1	2	-	-	-	1	2	**6**
3	Bico de viúva	12	-	-	-	5	-	13	-	9	-	**39**
4	Braquidactilia	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	**2**
5	Capacidade de dobrar o polegar para trás	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	**13**
6	Cor da pele	1	6	6	5	1	-	5	-	3	7	34
7	Características do cabelo	-	1	1	4	2	-	-	1	7	-	**16**
8	Cor dos olhos	2	1	2	1	5	-	3	-	-	-	**14**
9	Covinhas no rosto	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	**5**
10	Cruzamento das mãos	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	**3**
11	Cruzamento dos braços	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	**3**
12	Daltonismo	-	23	-	1	-	-	-	-	-	-	**24**
13	Enrolar a língua	7	-	-	-	-	-	-	5	-	-	**12**
14	Formato da orelha	6	-	-	2	2	-	21	4	22	-	**57**
15	Formato dos lábios	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	**1**
16	Formato / Tamanho do nariz	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	**4**
17	Hemofilia	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	**2**
18	Mão dominante	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	**4**
19	Nanismo	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	**8**
20	Características corporais	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	**3**
21	Polidactilia	1	-	-	1	-	-	-	-	5	-	**7**
22	Sardas	-	10	-	12	26	-	-	-	-	-	**48**
23	Sensibilidade ao gosto da PTC	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	**2**

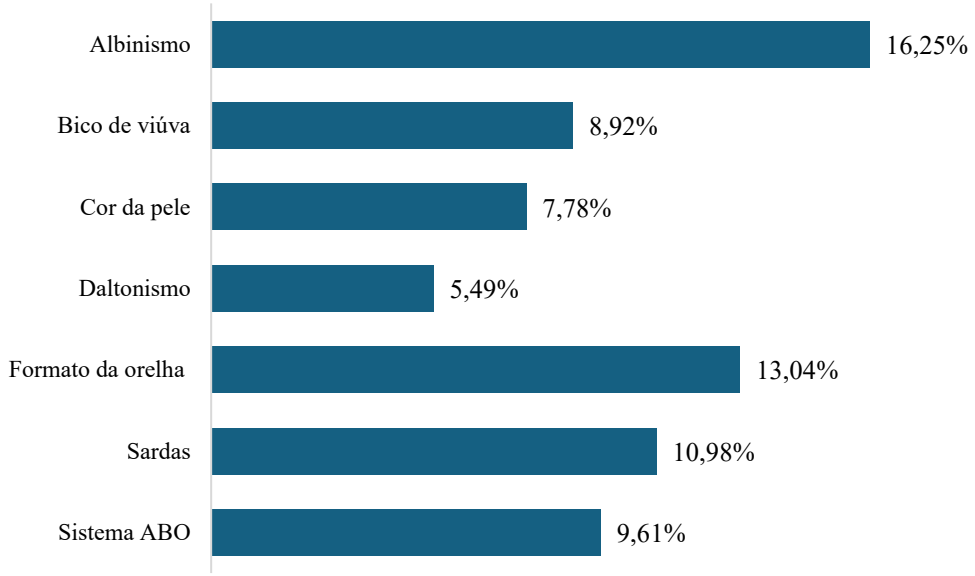
24	Sistema ABO	12	-	9	-	9	-	12	-	-	-		**42**
25	Sistema RH	5	-	2	-	8	-	2	-	-	-		**17**
	Total	**46**	**87**	**20**	**35**	**63**	**0**	**56**	**21**	**61**	**48**		**437**

Fonte: Os Autores, 2026

Em relação à frequência, denota-se que as características mais citadas, foram: albinismo com 16,25% de ocorrências, distribuídas em quatro livros; formato da orelha, com (13,04%) em seis livros; sardas, com (10,98%) em três livros; sistema ABO, com (9,61%) em quatro livros; bico de viúva, com (8,92%) em quatro livros. Pode-se destacar que cor da pele, embora tenha tido uma frequência não tão expressiva (7,78%), foi o traço genético que esteve presente em maior amplitude nos livros avaliados, ou seja, teve oito ocorrências. (Gráfico 1).

Em contraste, outras características apresentaram frequências baixas, inferiores a 1%, como: formato / tamanho do nariz (três livros) e mão dominante (um livro); cruzamento das mãos, cruzamento dos braços (um livro cada) e características corporais (três livros); braquidactilia, hemofilia e sensibilidade ao gosto da PTC (um livro cada). E formato dos lábios registrou a menor frequência de todas as características (0,23%), citada em apenas um único livro.

Gráfico 1. Prevalência das cinco principais características genéticas humanas identificadas nos livros.

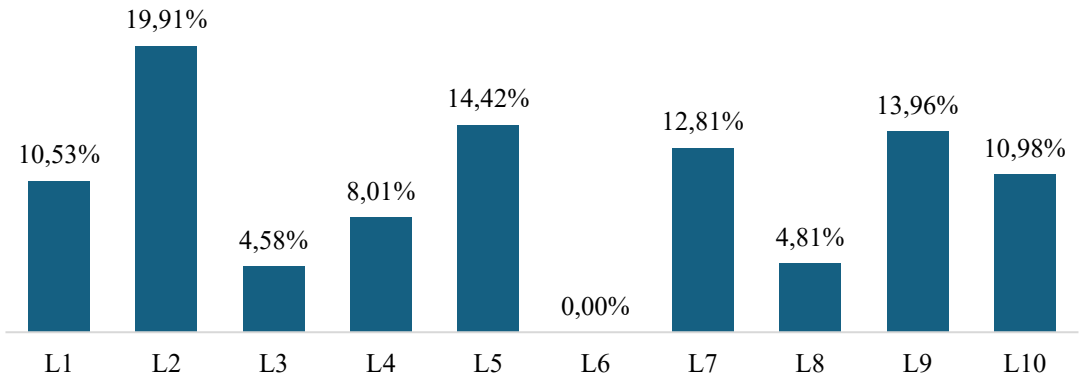


Fonte: Os Autores, 2026

Em relação a análise da quantidade de ocorrência do assunto sobre características genéticas humanas entre as obras analisadas, os dados do Gráfico 2 demonstram uma distribuição heterogênea, onde o livro L2 concentrou a maior proporção de registros (19,91%), seguido por L5 (14,42%) e L9 (13,96%). Enquanto em contrapartida, a obra L6 não apresentou qualquer menção as características

(0,00%), e os demais livros oscilaram entre 4,58% (L3) e 12,81% (L7), reforçando a assimetria na abordagem do conteúdo entre os diferentes autores.

Gráfico 2. Distribuição do número total de ocorrências de características genéticas humanas nos livros analisados.

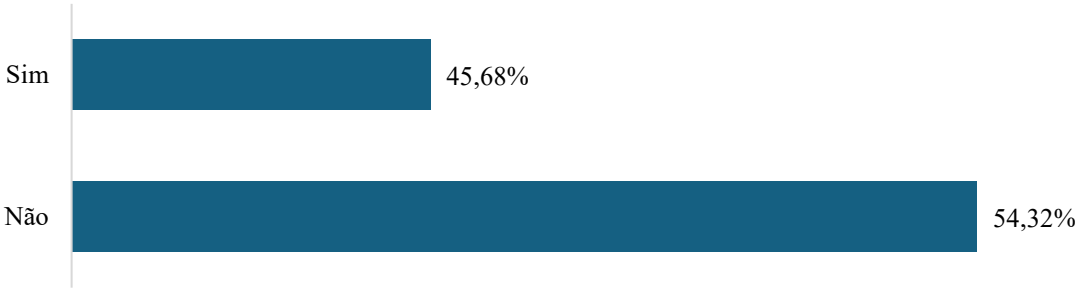


Fonte: Os Autores, 2026

3.2 ANÁLISE DAS IMAGENS ILUSTRATIVAS

Quanto ao uso de imagens nos conteúdos analisados, verificou-se que 45,68% das ocorrências apresentaram recursos visuais associados, enquanto 54,32% não apresentaram imagens relacionadas às características genéticas humanas (Gráfico 3).

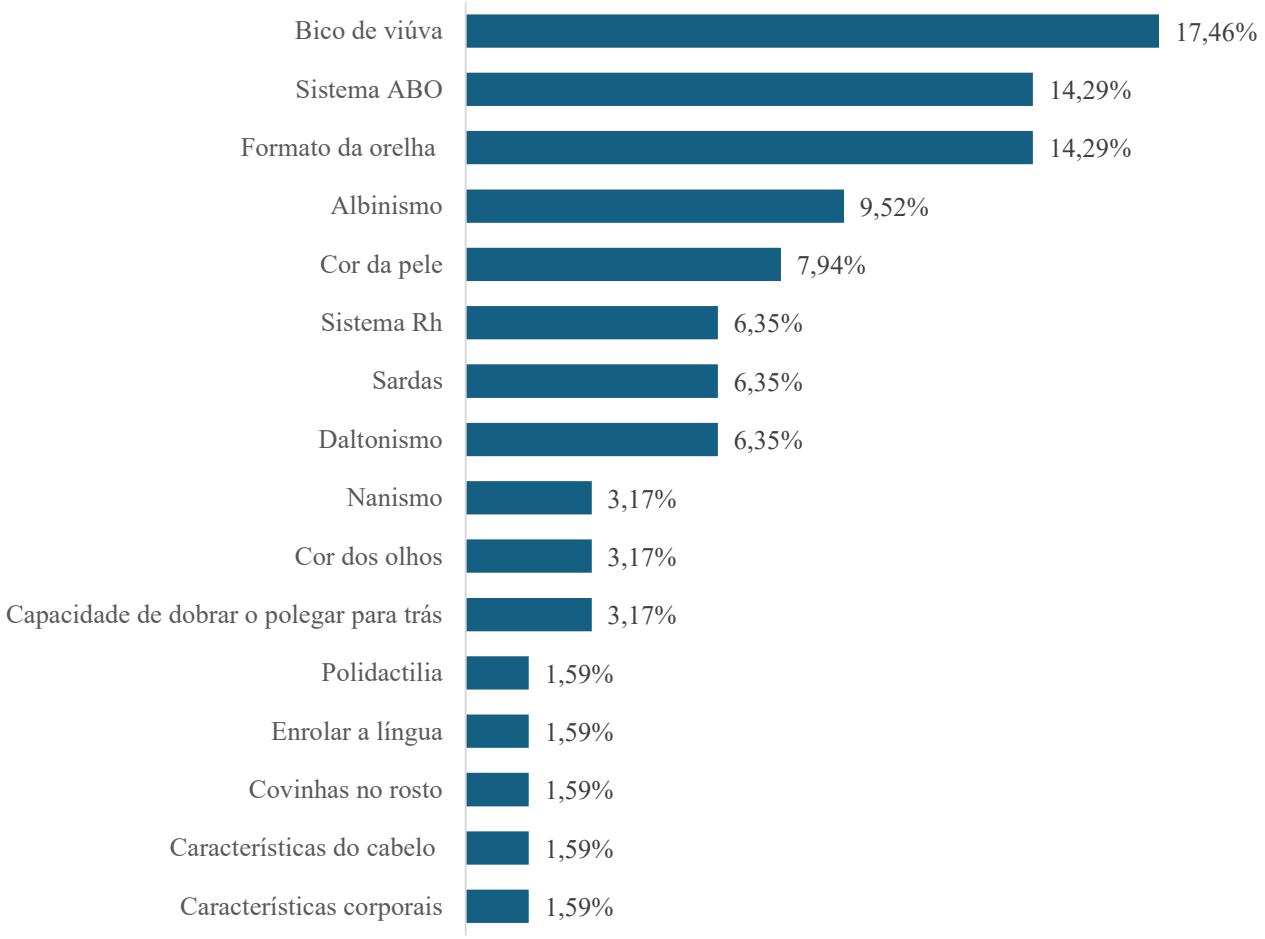
Gráfico 3. Distribuição percentual da ocorrência de imagens nos conteúdos analisados.



Fonte: Os Autores, 2026

No que se refere à distribuição das ilustrações segundo as características genéticas humanas abordadas, observou-se maior concentração em bico de viúva, que correspondeu a 17,46% do total. Em seguida, destacaram-se sistema ABO e formato da orelha ambos com 14,29%, além de albinismo 9,52% e cor da pele 7,94%; e sistema Rh, sardas e daltonismo cada uma com 6,35%; nanismo, cor dos olhos e capacidade de dobrar o polegar para trás 3,17% e polidactilia, enrolar a língua, covinhas no rosto, características do cabelo e corporais, apresentaram 1,59% cada. (Gráfico 4).

Gráfico 4. Distribuição percentual das ilustrações segundo as características genéticas humanas.

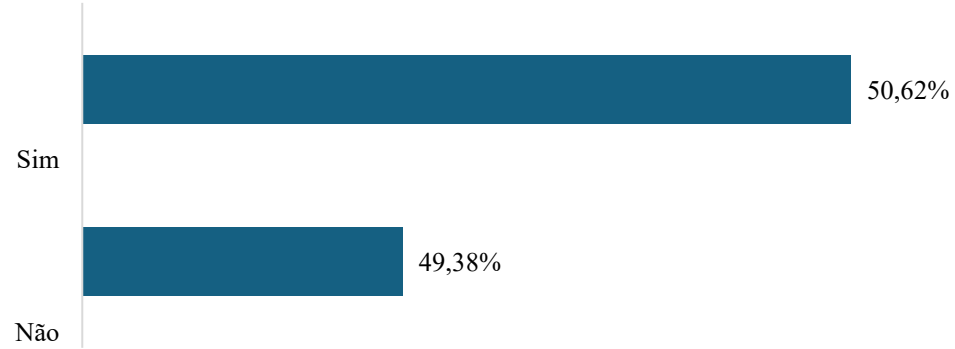


Fonte: Os Autores, 2026

3.3 ANÁLISES DAS QUESTÕES PROPOSTAS

Quanto à presença de questões associadas às características genéticas humanas, verificou-se que 50,62% das ocorrências apresentaram atividades ou perguntas relacionadas ao conteúdo, enquanto 49,38% não contaram com esse recurso (Gráfico 5).

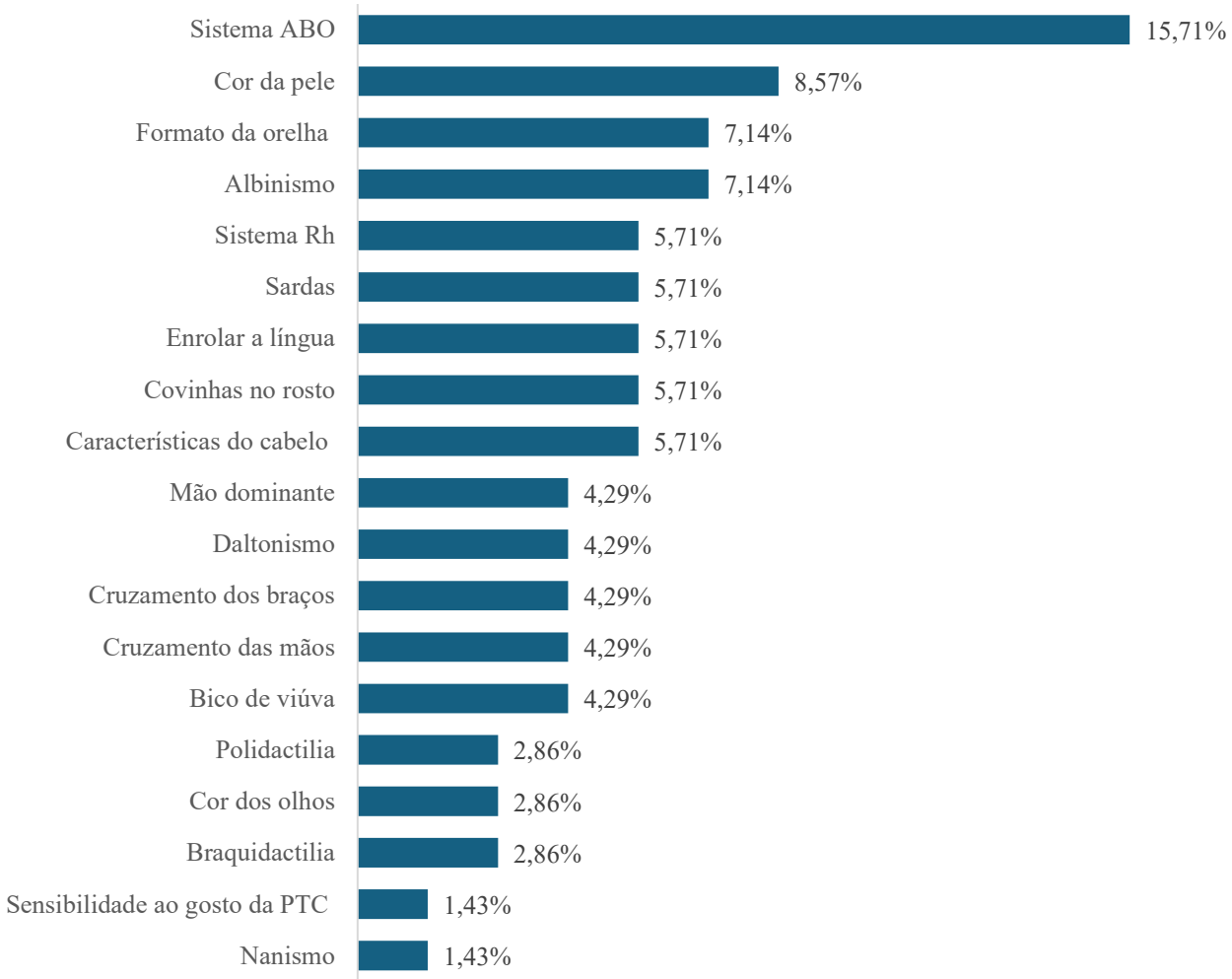
Gráfico 5. Distribuição percentual da presença de questões associadas às características genéticas humanas.



Fonte: Os Autores, 2026

O Gráfico 6 refere-se à distribuição de questões segundo as características genéticas humanas abordadas sendo observada maior concentração no sistema ABO, que correspondeu a 15,71% do total. Em seguida, destacaram-se cor da pele 8,57%, albinismo e formato da orelha, ambos com 7,14%. Cinco características com 5,71% (sardas, sistema Rh, enrolar a língua, covinhas no rosto e características do cabelo); quatro características com 4,29% (mão dominante, daltonismo, cruzamento das mãos e braços, bico de viúva); três com 2,86% (polidactilia, cor dos olhos e braquidactilia) e duas com 1,43% (nanismo e sensibilidade ao gosto da PTC).

Gráfico 6. Distribuição percentual das questões segundo as características genéticas humanas.



Fonte: Os Autores, 2026

4 DISCUSSÃO

A análise dos livros didáticos de Ciências do PNLD 2024 permite compreender como a genética humana tem sido selecionada e organizada nos materiais destinados ao Ensino Fundamental. Observa-se que, embora as coleções incorporem diferentes características humanas, essa presença não ocorre

de forma homogênea, revelando escolhas curriculares que combinam permanências de exemplos clássicos, variações entre coleções e diferentes níveis de articulação entre conteúdo conceitual, recursos visuais e atividades pedagógicas.

A análise das características genéticas humanas demonstra que a abordagem da genética escolar ainda se apoia fortemente em exemplos fenotípicos tradicionais, frequentemente utilizados para introduzir conceitos de hereditariedade, dominância, recessividade e transmissão de características entre gerações. Nesse sentido, esse resultado aproxima-se dos de Silva *et al.* (2025), ao analisarem conteúdos de genética humana em livros didáticos brasileiros do PNLD 2021, identificaram abordagens superficiais e situações em que características de herança poligênica e/ou multifatorial foram apresentadas como se correspondessem a padrões mendelianos simples.

Essa problemática também dialoga com Govindaraju e Goldstein (2025), ao ressaltarem que o ensino de genética deve superar explicações centradas exclusivamente nos genes, considerando a complexidade das relações entre DNA, ambiente, desenvolvimento e expressão fenotípica. Desse modo, a recorrência de exemplos fenotípicos tradicionais exige cautela didática, quando apresentados sem problematização conceitual, podem favorecer interpretações deterministas e essencialistas sobre as características humanas.

Nessa perspectiva, a maior frequência de exemplos como albinismo, formato da orelha, sardas, sistema ABO e bico de viúva indica que os livros privilegiam a recorrer a características facilmente observáveis ou historicamente consolidadas no ensino de Genética. Entretanto, embora esses exemplos possam favorecer a compreensão inicial dos estudantes, sobretudo por aproximarem conceitos abstratos de manifestações fenotípicas reconhecíveis, esse tipo de abordagem exige cuidado didático, sua utilização também pode limitar a complexidade conceitual do tema quando não acompanhada de explicações sobre diferentes padrões de herança, influência ambiental, processos de desenvolvimento e interação entre múltiplos fatores biológicos (Kampourakis, 2025).

Essa preocupação também é reforçada por Bapty (2023), ao argumentar que a permanência de uma abordagem centrada em Mendel pode estimular uma compreensão simplificada e determinista da hereditariedade. Em diálogo com essa compreensão, Govindaraju e Goldstein (2025) destacam que o ensino de genética humana deve considerar as relações complexas entre DNA, ambiente, desenvolvimento e expressão fenotípica, evitando interpretações essencialistas sobre as características humanas.

Essa necessidade de cautela adquire maior importância no caso da cor da pele, característica presente no maior número de coleções analisadas, embora não tenha apresentado a maior frequência absoluta. Nesse contexto, por envolver herança poligênica, múltiplos genes e forte dimensão social,

sua abordagem exige problematização adequada para evitar concepções biologizantes e essencialistas sobre as diferenças humanas (Donovan *et al.*, 2021; Pavan; Sturm, 2019).

Além disso, a cor da pele não deve ser tratada apenas como uma característica fenotípica simples, uma vez que a pigmentação humana possui herança poligênica e resulta de processos evolutivos associados à radiação ultravioleta, produção de melanina e adaptação geográfica. Assim, ao abordar esse exemplo nos livros didáticos, é necessário destacar que a diversidade de tons de pele expressa uma história biológica complexa e não categorias humanas fixas ou hierarquizadas (Guermazi; Saliba, 2025; Lucock, 2023).

A presença dos sistemas ABO e Rh também demonstra a importância atribuída a exemplos de genética com aplicação biológica e social direta. Nesse sentido, diferentemente de algumas características morfológicas tradicionalmente simplificadas, os grupos sanguíneos permitem articular conceitos como alelos múltiplos, codominância, fator Rh e compatibilidade sanguínea a situações concretas de saúde, como transfusões, gestação, risco de incompatibilidade e tomada de decisão em serviços de saúde, favorecendo um ensino de genética mais contextualizado e não reduzido à resolução mecânica de cruzamentos genéticos (Dahlén *et al.*, 2021; Groot *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2025, 2026).

A distribuição desigual das ocorrências entre os livros analisados indica heterogeneidade na forma como as coleções do PNLD 2024 abordam características genéticas humanas. Assim, apesar de os livros pertencerem ao mesmo programa nacional, há diferenças importantes na seleção dos exemplos, na profundidade da abordagem e na forma didática como a genética humana é apresentada; aspecto que dialoga com Franzolin *et al.* (2020), ao apontarem que a transposição didática de características humanas nos livros pode envolver aproximações, omissões e distanciamentos em relação à complexidade genética.

Essa heterogeneidade sugere que o ensino de genética pode variar conforme a coleção adotada pela escola, na medida em que, enquanto a diversidade de exemplos amplia as possibilidades de aprendizagem, a baixa frequência ou ausência de características humanas pode limitar a aproximação entre o conteúdo escolar e o cotidiano dos estudantes. Dessa forma, os resultados apontam para a necessidade de maior equilíbrio entre rigor conceitual, diversidade de exemplos e contextualização pedagógica, aspecto também observado em estudos sobre livros didáticos aprovados pelo PNLD, nos quais a profundidade da abordagem, a contextualização e os recursos didáticos variam entre as coleções analisadas (Oliveira; Duarte, 2024; Premma-Hary; Valle, 2025; Silva *et al.*, 2026).

Quanto ao uso de imagens, os dados mostram que menos da metade das ocorrências apresentou recurso visual associado às características analisadas. Esse resultado merece atenção, uma vez que imagens, esquemas, fotografias, heredogramas e outras representações visuais podem atuar como

mediadores importantes na aprendizagem de conceitos abstratos da Genética, especialmente quando auxiliam os estudantes a visualizar relações de hereditariedade, variabilidade genética e transmissão de características entre gerações (Menendez *et al.*, 2024; Wright *et al.*, 2022).

Porém, a presença da imagem, por si só, não garante qualidade didática, sendo necessário observar em que medida o recurso visual auxilia a compreensão do conteúdo ou aparece apenas como elemento ilustrativo, sem função explicativa clara (Silva *et al.*, 2025; Uminski; Wright; Newman, 2025; Wright *et al.*, 2022). Sob essa perspectiva, a concentração das ilustrações em poucas características, como bico de viúva, formato da orelha, sistema ABO, albinismo e cor da pele, sugere que os recursos visuais também seguem a lógica dos exemplos mais tradicionais.

Partindo dessa perspectiva, a concentração das imagens em poucas características, embora possa facilitar o reconhecimento de exemplos recorrentes, também reduz a possibilidade de representar a diversidade genética humana. Assim, uma abordagem visual mais qualificada deve articular esquemas explicativos, imagens contextualizadas e atividades de leitura crítica, de modo que as representações não apenas ilustrem o conteúdo, mas auxiliem na compreensão da herança genética como fenômeno complexo e multifatorial, evitando interpretações fixas ou essencializadas das características humanas (Uminski; Wright; Newman, 2025; Wedow *et al.*, 2026; Wright *et al.*, 2022).

Em relação às questões propostas, a presença equilibrada entre ocorrências com e sem atividades associadas mostra que os livros buscam, em parte, promover a retomada dos conteúdos de genética humana. Por outro lado, o fato de quase metade das ocorrências não estar acompanhada de questões sugere perda de oportunidades pedagógicas para consolidar conceitos, estimular a aplicação do conhecimento e desenvolver raciocínio genético.

A simples menção a uma característica humana não garante aprendizagem se não houver mediação didática adequada, na medida em que a construção do conhecimento depende de intervenções pedagógicas intencionais, contextualizadas e capazes de favorecer a compreensão conceitual dos estudantes (Barros; Bessa, 2025).

A maior concentração de questões relacionadas ao sistema ABO, indica valorização de um conteúdo geneticamente consolidado, frequentemente mobilizado no ensino por permitir a articulação entre alelos, genótipos, fenótipos e compatibilidade sanguínea (Yamamoto, 2021). Nesse sentido, esse tipo de atividade pode ser relevante para desenvolver habilidades de interpretação e aplicação de conceitos, especialmente quando articulado a situações contextualizadas, contudo, quando restrito à resolução mecânica de cruzamentos e cálculos de probabilidade, pode reduzir o ensino de Genética a uma lógica operacional, pouco voltada à compreensão biológica dos fenômenos (Franzolin *et al.*, 2020; Galeza, 2025).

Para uma abordagem mais ampla, seria importante que as atividades incluíssem situações-problema, análise de heredogramas, discussão de casos, reflexão ética e interpretação crítica de informações sobre hereditariedade humana, ampliando a aplicação dos conceitos genéticos para além da resolução mecânica de cruzamentos e favorecendo o desenvolvimento do raciocínio científico, da comunicação e da tomada de decisão em contextos reais (Tavares *et al.*, 2024).

O ensino de genética nos livros didáticos precisa articular simplificação pedagógica e precisão científica, embora essa simplificação seja necessária no Ensino Fundamental, não deve levar à construção de concepções equivocadas sobre genes, fenótipos, ambiente e diversidade humana (Bapty, 2023). Assim, o desafio consiste em apresentar a hereditariedade de maneira acessível, sem reduzir a complexidade dos fenômenos biológicos nem reforçar interpretações rígidas sobre as características dos indivíduos (Silva *et al.*, 2026).

Outro aspecto importante refere-se à dimensão social e ética da genética humana, características e condições genéticas, especialmente aquelas que afetam a aparência ou a vida cotidiana dos sujeitos, envolvem pessoas reais e podem estar associadas a experiências de diferença, preconceito, inclusão, apoio social e cuidado em saúde (Fournier *et al.*, 2023). Desse modo, quando essas características aparecem nos livros didáticos, é importante que sejam tratadas com linguagem respeitosa, contextualização adequada e compromisso com a valorização da diversidade humana.

De modo geral, os resultados mostram que os livros didáticos analisados incorporam diferentes características genéticas humanas, mas ainda se concentram em exemplos tradicionais e apresentam distribuição desigual entre as coleções. Esse cenário indica avanços na presença da genética humana no PNLD 2024, porém, também revela limites quanto à diversidade dos exemplos, ao uso de imagens, à proposição de atividades e à problematização da complexidade dos fenômenos hereditários, reforçando a necessidade de uso crítico dos materiais e de mediação docente qualificada.

5 CONCLUSÃO

A análise dos livros didáticos de Ciências aprovados pelo PNLD 2024 permitiu identificar como as características genéticas humanas são selecionadas e apresentadas nos volumes destinados ao 9º ano do Ensino Fundamental. Nas dez obras examinadas, foram registradas 25 características e 437 ocorrências, com maior frequência de albinismo, formato da orelha, sardas, sistema ABO e bico de viúva, enquanto a cor da pele esteve distribuída em um maior número de coleções. Demonstrando que a distribuição dessas características não ocorreu de maneira uniforme entre os livros, indicando diferenças importantes na quantidade e na diversidade dos exemplos utilizados pelas coleções. Essa heterogeneidade indica que o contato dos estudantes com conteúdo de genética humana pode variar

conforme a obra adotada pela escola, sobretudo porque alguns livros apresentaram elevada concentração de ocorrências, enquanto outro não apresentou nenhum registro das características investigadas.

Em relação aos recursos didáticos, menos da metade das ocorrências apresentou imagens associadas, e aproximadamente metade contou com questões ou atividades relacionadas ao conteúdo. Embora esses recursos possam contribuir para a visualização, contextualização e consolidação dos conceitos, sua distribuição concentrada em determinadas características revela a necessidade de ampliar a diversidade das representações e das situações de aprendizagem propostas.

De modo geral, os livros analisados incorporam diferentes exemplos de genética humana, mas ainda mantêm forte presença de características tradicionalmente utilizadas para explicar a hereditariedade. Desse modo, é necessário que essas características sejam abordadas com maior rigor conceitual, esclarecendo os diferentes padrões de herança, a participação de múltiplos genes, a influência do ambiente e a complexidade da expressão fenotípica, a fim de evitar interpretações deterministas ou essencialistas sobre a diversidade humana.

Com base nesses aspectos, o livro didático deve ser compreendido como um recurso de apoio que necessita da mediação crítica do professor, especialmente na problematização de exemplos simplificados e na articulação da genética com questões sociais, éticas e de saúde. Atividades contextualizadas, análise de heredogramas, situações-problema, leitura crítica de imagens e discussões sobre diversidade humana podem favorecer uma aprendizagem mais efetiva e cientificamente embasada.

Como limitação, destaca-se que o estudo analisou dez das 14 coleções aprovadas no PNLD 2024, em razão da indisponibilidade de acesso integral às demais obras em formato digital. Recomenda-se que pesquisas futuras incluam todas as coleções aprovadas, examinem qualitativamente a precisão das explicações e das imagens e investiguem como professores e estudantes utilizam esses conteúdos nas práticas escolares, ampliando a compreensão sobre as contribuições e os limites dos livros didáticos para o ensino de genética.

REFERÊNCIAS

BAPTY, H. Must Introductory Genetics Start with Mendel?: Lessons from Two Unsuccessful Attempts to Revise the Genetics Curriculum. **Science & Education**, v. 32, n. 6, p. 1677–1708. 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-022-00361-z.

BARROS, I. C.; BESSA, S. Práticas pedagógicas na construção do conceito de número: uma revisão sistemática sob a perspectiva da epistemologia genética. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, v. 17, n. 1, p. 162–200. 2025. DOI: https://doi.org/10.36311/1984-1655.2025.v17n1.p162-200.

DAHLÉN, T. *et al.* An agnostic study of associations between ABO and RhD blood group and phenome-wide disease risk. **eLife**, v. 10, p. e65658. 2021. DOI: https://doi.org/10.7554/eLife.65658.

DONOVAN, B. M. *et al.* Genomics literacy matters: Supporting the development of genomics literacy through genetics education could reduce the prevalence of genetic essentialism. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 58, n. 4, p. 520–550. 2021. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21670.

FOURNIER, H. *et al.* Psychosocial implications of rare genetic skin diseases affecting appearance on daily life experiences, emotional state, self-perception and quality of life in adults: a systematic review. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, v. 18, n. 1, p. 39. 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s13023-023-02629-1.

FRANZOLIN, F. *et al.* Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 239. 2020. DOI: https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p239.

GALEZA, E. Evaluating the effectiveness of suggested learning activity sheets and problem-based learning in teaching of non-Mendelian law: Enhancing conceptual understanding, problem-solving, and critical thinking skills. **Pantao (International Journal of the Humanities and Social Sciences)**, v. 4, n. 3. 2025. DOI: https://doi.org/10.69651/PIJHSS0403334.

GOVINDARAJU, D. R.; GOLDSTEIN, A. M. The elusive associations of nucleotides with human success: evolutionary genetics in education and social policies. **Evolution: Education and Outreach**, v. 18, n. 1, p. 4. 2025. DOI: https://doi.org/10.1186/s12052-025-00218-3.

GROOT, H. E. *et al.* Genetically Determined ABO Blood Group and its Associations With Health and Disease. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 40, n. 3, p. 830–838. 2020. DOI: https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.119.313658.

GUERMAZI, D.; SALIBA, E. The Genetics and Evolution of Human Pigmentation. **Biology**, v. 14, n. 8, p. 1026. 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/biology14081026.

KAMPOURAKIS, K. Teaching School Genetics in the 2020s: Why “Naive” Mendelian Genetics Has to Go. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 17, n. 6, p. a041679. 2025. DOI: https://doi.org/10.1101/cshperspect.a041679.

LUCOCK, M. D. The evolution of human skin pigmentation: A changing medley of vitamins, genetic variability, and UV radiation during human expansion. **American Journal of Biological Anthropology**, v. 180, n. 2, p. 252–271. 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.24564.

MENENDEZ, D. *et al.* The Role of Visual Representations in Undergraduate Students' Learning about Genetic Inheritance. **Education Sciences**, v. 14, n. 3, p. 307. 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci14030307.

OLIVEIRA, T. G. M. D.; DUARTE, A. C. Análise do conteúdo de botânica nos livros didáticos de biologia do ensino fundamental. **ForScience**, v. 12, n. 1, p. e001158. 2024. DOI: https://doi.org/10.29069/forscience.2024v12n1.e1158.

PAVAN, W. J.; STURM, R. A. The Genetics of Human Skin and Hair Pigmentation. **Annual Review of Genomics and Human Genetics**, v. 20, n. 1, p. 41–72. 2019. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-genom-083118-015230.

PREMMA-HARY, M. S.; VALLE, M. G. A Educação em Saúde em livros didáticos de Biologia: abordagens e ressignificações da saúde para o Ensino de Biologia na escola. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 18, p. e61529. 2025. DOI: https://doi.org/10.22409/resa2025.v18.a61529.

SILVA, D. D. T. D. *et al.* Genética humana em livros didáticos brasileiros: objetivo 2 - PNLD 2021. **Cadernos Cajuína**, v. 10, n. 1, p. e863. 2025. DOI: https://doi.org/10.52641/cadcajv10i1.863.

SILVA, D. D. T. D. *et al.* Condições genéticas humanas em livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático 2024. **Cadernos Cajuína**, v. 11, n. 5, p. e2520. 2026. DOI: https://doi.org/10.52641/cadcajv11i5.2520.

TAVARES, E. A. *et al.* Transforming Medical Genetics Teaching: An Innovative Approach with Problem-Based Learning. **Medical Science Educator**, v. 35, n. 2, p. 873–881. 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s40670-024-02245-z.

UMINSKI, C.; WRIGHT, L. K.; NEWMAN, D. L. Sketchy understandings: drawings reveal where students may need additional support to understand scale and abstraction in common representations of DNA. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 26, n. 2, p. e00070-25. 2025. DOI: https://doi.org/10.1128/jmbe.00070-25.

WEDOW, R. *et al.* How and for whom can genetics education reduce beliefs in genetic essentialism? **Human Genetics and Genomics Advances**, v. 7, n. 1, p. 100548. 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.xhgg.2025.100548.

WRIGHT, L. K. *et al.* The DNA Landscape: Development and Application of a New Framework for Visual Communication about DNA. **CBE—Life Sciences Education**, v. 21, n. 3, p. ar47. 2022. DOI: https://doi.org/10.1187/cbe.22-01-0007.

YAMAMOTO, F. Molecular genetics and genomics of the ABO blood group system. **Annals of Blood**, v. 6, p. 25–25. 2021. DOI: https://doi.org/10.21037/aob-20-71.