

## **AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA DAS CONDIÇÕES GENÉTICAS HUMANAS NOS LIVROS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2024**

**PEDAGOGICAL EVALUATION OF HUMAN GENETIC CONDITIONS IN  
TEXTBOOKS OF THE NATIONAL BOOK AND EDUCATIONAL MATERIAL  
PROGRAM 2024**

**EVALUACIÓN PEDAGÓGICA DE LAS CONDICIONES GENÉTICAS HUMANAS  
EN LOS LIBROS DEL PROGRAMA NACIONAL DEL LIBRO Y DEL MATERIAL  
DIDÁCTICO 2024**

**Marcos Antônio Nobrega de Sousa<sup>1</sup>, Dácio Daclielio Tenório da Silva<sup>2</sup>, Francisca Vitória Amaral  
Nóbrega<sup>3</sup>, Jeniffer Gabrielly de Sousa Pereira<sup>4</sup>, Isaque Batista Correia<sup>5</sup>, Laryssa Carla da Silva<sup>6</sup>,  
Káthia Beatriz Dantas de Lima<sup>7</sup>, Rebeca Laís Quirino Constâncio da Silva<sup>8</sup>, Paulo de Melo  
Bastos<sup>9</sup>, Jair Moisés de Sousa<sup>10</sup>**

DOI: 10.54899/dcs.v23i94.6493

Recibido: 06/08/2026 | Aceptado: 10/08/2026 | Publicación en línea: 24/08/2026.

### **RESUMO**

As características genéticas humanas representam um assunto de expressiva importância no ensino de Ciências, por tratar de temas vinculados à hereditariedade, à variabilidade biológica, à saúde e à diversidade humana. O objetivo deste trabalho foi analisar a abordagem pedagógica do material sobre as condições genéticas humanas contidas nos livros didáticos de Ciências do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2024. Tratou-se de pesquisa exploratória, de natureza documental, com abordagem quali-quantitativa. Foram analisados 10 livros didáticos do nono ano, do Objeto 1 do PNLD 2024, acessados em formato digital. A avaliação quantitativa foi

<sup>1</sup>Doutor em Ciências Biológicas, Universidade de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil.

E-mail: marcos.nobrega@professor.ufcg.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6550-6609>

<sup>2</sup>Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: daciosilva90@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-2441-3125>

<sup>3</sup>Especialista em Direito do Trabalho e Previdenciário, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: vitoriamaral123@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6480-1240>

<sup>4</sup>Mestranda em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: gabriellyjeniffer283@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2696-3027>

<sup>5</sup>Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: isaquecorreia9@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-5224-9012>

<sup>6</sup>Mestranda em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: laryssacs01@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3854-6866>

<sup>7</sup>Mestranda em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: kbeatriz21@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6387-9562>

<sup>8</sup>Mestranda em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: rebeququirino2202@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5951-0126>

<sup>9</sup>Doutor em Engenharia de Ciências e Materiais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: paulodemelobastos@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6722-7997>

<sup>10</sup>Doutor em Educação, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil.

E-mail: jair.moisés@professor.ufcg.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3848-498X>

realizada por meio de rubrica avaliativa dos critérios: conteúdo, linguagem, imagens ilustrativas, exercícios e atividades de aprendizagem; classificados nos níveis: ruim, regular, bom e excelente. Os dados organizados em planilhas eletrônicas foram avaliados de forma geral e em seguida por condição genética. Os resultados gerais mostraram predominância da classificação regular para o critério conteúdo. Na linguagem, verificou-se maior frequência de avaliações positivas, com predomínio das classificações: excelente e bom. Em contrapartida, as imagens ilustrativas e os exercícios e atividades de aprendizagem apresentaram maior concentração das classificações: ruins e regular. A distribuição por condição genética foi desigual, com destaque para Síndrome de Down, Albinismo e Fenilcetonúria. A análise qualitativa de mais de 70% dos livros disponíveis evidenciou tanto inconsistências conceituais e terminológicas, quanto avanços pontuais. Concluiu-se que a abordagem didática das condições genéticas humanas analisadas ocorreu de forma heterogênea, reforçando a necessidade de maior rigor conceitual, equilíbrio na seleção dos conteúdos e melhor articulação entre texto, imagens e atividades.

**Palavras-chave:** Análise Pedagógica. Condições Genéticas Humanas. Ensino de Ciências. Livros Didáticos. PNLD.

### ABSTRACT

Human genetic characteristics represent a topic of expressive importance in science teaching, as it addresses themes linked to heredity, biological variability, health, and human diversity. The objective of this study was to analyze the pedagogical approach of the material on human genetic conditions contained in science textbooks of the National Book and Educational Material Program (PNLD) 2024. This was exploratory research, of a documentary nature, with a qualitative-quantitative approach. Ten ninth-grade textbooks from Object 1 of PNLD 2024, accessed in digital format, were analyzed. The quantitative evaluation was conducted through an evaluation rubric of the criteria: content, language, illustrative images, exercises and learning activities; classified into the levels: poor, fair, good, and excellent. The data, organized in electronic spreadsheets, were evaluated in a general manner and subsequently by genetic condition. Overall results showed a predominance of the fair rating for the content criterion. Regarding language, a higher frequency of positive evaluations was observed, with a predominance of the ratings: excellent and good. In contrast, illustrative images and learning exercises and activities presented a higher concentration of poor and fair ratings. The distribution by genetic condition was uneven, with emphasis on Down Syndrome, Albinism, and Phenylketonuria. The qualitative analysis of more than 70% of the available books highlighted both conceptual and terminological inconsistencies, as well as specific advances. It was concluded that the didactic approach to the analyzed human genetic conditions occurred in a heterogeneous manner, reinforcing the need for greater conceptual rigor, balance in content selection, and better articulation between text, images, and activities.

**Keywords:** Pedagogical Analysis. Human Genetic Conditions. Science Teaching. Textbooks. PNLD.

### RESUMEN

Las características genéticas humanas representan un tema de expresa importancia en la enseñanza de las Ciencias, por tratar temas vinculados a la herencia, la variabilidad biológica, la salud y la diversidad humana. El objetivo de este trabajo fue analizar el enfoque pedagógico del

material sobre las condiciones genéticas humanas contenidas en los libros didácticos de Ciencias del Programa Nacional del Libro y del Material Didáctico (PNLD) 2024. Se trató de una investigación exploratoria, de naturaleza documental, con un enfoque cuali-cuantitativo. Se analizaron 10 libros didácticos del noveno año, del Objeto 1 del PNLD 2024, accedidos en formato digital. La evaluación cuantitativa se realizó mediante una rúbrica de evaluación de los criterios: contenido, lenguaje, imágenes ilustrativas, ejercicios y actividades de aprendizaje; clasificados en los niveles: malo, regular, bueno y excelente. Los datos organizados en hojas de cálculo electrónicas fueron evaluados de forma general y luego por condición genética. Los resultados generales mostraron predominio de la clasificación regular para el criterio contenido. En el lenguaje, se verificó una mayor frecuencia de evaluaciones positivas, con predominio de las clasificaciones: excelente y bueno. En contrapartida, las imágenes ilustrativas y los ejercicios y actividades de aprendizaje presentaron mayor concentración de las clasificaciones: malo y regular. La distribución por condición genética fue desigual, con destaque para el Síndrome de Down, Albinismo y Fenilcetonuria. El análisis cualitativo de más del 70% de los libros disponibles evidenció tanto inconsistencias conceptuales y terminológicas, como avances puntuales. Se concluyó que el enfoque didáctico de las condiciones genéticas humanas analizadas ocurrió de forma heterogénea, reforzando la necesidad de un mayor rigor conceptual, equilibrio en la selección de los contenidos y una mejor articulación entre texto, imágenes y actividades.

**Palabras clave:** Análisis Pedagógico. Condiciones Genéticas Humanas. Enseñanza de las Ciencias. Libros Didácticos. PNLD.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---

## INTRODUÇÃO

A genética humana tem papel central no ensino de Ciências e Biologia, pois permite entender os processos ligados tanto a hereditariedade e variação biológica, quanto as diversas maneiras pelas quais se manifestam as condições genéticas na espécie humana. (Lappalainen *et al.*, 2024; Semilarski; Semilarski, 2025).

Nesse campo das condições genéticas podem ser incluídas as doenças hereditárias, síndromes genéticas, alterações cromossômicas, anomalias gênicas e outras condições associadas ao material genético, cuja abordagem no espaço escolar contribui para a aprendizagem de conceitos científicos e para discussões sobre saúde, inclusão, diversidade e cidadania (Amaral, 2021; Silva *et al.*, 2025).

No contexto da educação básica, entretanto, o ensino de genética é frequentemente apontado como um dos conteúdos de maior complexidade, em razão do seu elevado nível de abstração e da necessidade de articulação entre diferentes escalas de organização biológica, como

genes, cromossomos, células, organismos e fenótipos (Castro-Faix; Duncan, 2022; Machová; Ehler, 2023; Silva *et al.*, 2025). Por esse motivo, a qualidade da mediação didática assume papel decisivo na construção do conhecimento, especialmente quando se trata de temas que exigem clareza conceitual, precisão terminológica e associação entre linguagem verbal, recursos visuais e atividades de aprendizagem (Núñez *et al.*, 2025).

Entre os materiais utilizados nesse processo, o livro didático permanece como um dos principais suportes pedagógicos da escola brasileira, sobretudo porque, em muitos contextos, constitui a fonte de consulta mais estável e acessível para professores e estudantes (Pinheiro; Echalar; Queiroz, 2021; Aleixo *et al.*, 2022). Assim, como os temas de genética humana são escolhidos, estruturados e exibidos nessas publicações, impactam diretamente a capacidade de entendimento dos alunos, além de moldar suas percepções acerca das condições genéticas no contexto educacional.

No Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) constitui uma política pública fundamental para a avaliação, seleção e distribuição de obras didáticas destinadas às escolas públicas (Aleixo *et al.*, 2022). Em razão de sua abrangência, o programa exerce influência sobre os conteúdos que circulam na educação básica (Schirmer; Sauerwein, 2017).

Nesse sentido, investigar como as condições genéticas humanas vêm sendo abordadas nos livros aprovados pelo PNLD mostra-se relevante não apenas do ponto de vista pedagógico, mas também no campo científico e social, sobretudo diante da necessidade de materiais que articulem conhecimento biológico, rigor conceitual e sensibilidade frente à diversidade humana.

Estudos anteriores já indicaram limitações na abordagem da genética humana em livros didáticos, incluindo superficialidade do conteúdo, inconsistências conceituais, inadequações terminológicas e fragilidades no uso de imagens e atividades pedagógicas (Silva *et al.*, 2025). Esses aspectos reforçam a importância de análises que não se limitem apenas a presença do tema nas obras, mas que também examinem a qualidade da sua abordagem didática.

Assim, como desdobramento de investigações voltadas à presença das condições genéticas humanas nos livros didáticos, torna-se pertinente analisar de que modo esses conteúdos são desenvolvidos nos materiais do PNLD 2024, considerando elementos que interferem diretamente em seu potencial formativo. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar a abordagem didática das condições genéticas humanas em livros didáticos de Ciências do PNLD de 2024, com base na avaliação do conteúdo, da linguagem, das imagens ilustrativas, dos exercícios e das atividades de aprendizagem.

## METODOLOGIA

Este estudo se caracterizou como uma pesquisa exploratória, de natureza documental, com abordagem quali-quantitativa, voltada à avaliação da abordagem pedagógica do material referente às condições genéticas humanas em livros didáticos de Ciências do PNLD 2024, destinados aos anos finais do ensino fundamental.

Para a composição do corpus, foram adotados os seguintes critérios de exclusão: obras que não pertenciam às coleções de Ciências do ensino fundamental II, obras que não se enquadravam no Objeto 1 do PNLD, obras não aprovadas na edição de 2024 do programa e livros que não puderam ser acessados de forma online. E como critérios de inclusão, consideraram-se: os livros que foram possíveis de serem acessados de forma online; às coleções de Ciências do ensino fundamental II; obras do Objetivo 1 do PNLD e obras aprovadas na edição de 2024.

Após essa etapa inicial, foi realizada uma busca nos sites das respectivas editoras e na plataforma E-docente, para obtenção das obras. Em seguida, foi empreendida uma leitura exploratória pré-analítica do material acessado, para localização e separação dos capítulos relativos à genética e hereditariedade.

Para fins deste estudo, foram consideradas, como condições genéticas: as ocorrências relacionadas a doenças hereditárias, síndromes genéticas, alterações genéticas, alterações cromossômicas e anomalias gênicas; por integrarem o escopo analítico adotado para a abordagem das condições genéticas humanas nos livros didáticos.

Para a avaliação das obras, foi utilizada uma rubrica avaliativa, conforme Silva *et al.* (2025), contemplando os seguintes critérios: conteúdo, linguagem, imagens ilustrativas, exercícios e atividades de aprendizagem. Cada critério foi classificado em quatro níveis: ruim, regular, bom e excelente, de acordo com a qualidade do material analisado (Quadro 1).

Quadro 1. Rubrica de avaliação.

| Conceitos         | Ruim                                              | Regular                                                             | Bom                                                                  | Excelente                                |
|-------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Conteúdo:</b>  | O conteúdo está com muitas lacunas ou ausentes.   | O conteúdo é parcialmente abrangente, mas há lacunas notáveis.      | O conteúdo é abrangente, mas há pequenas lacunas ou inconsistências. | O conteúdo é abrangente e detalhado.     |
| <b>Linguagem:</b> | A linguagem é confusa para o conteúdo abordado ou | A linguagem é compreensível, mas pode haver algumas áreas confusas. | A linguagem é geralmente clara e objetiva.                           | A linguagem é clara, precisa e objetiva. |

|                                      |                                                                      |                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                                                                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Imagens Ilustrativas:</b>         | ausente.                                                             | As imagens são parcialmente relevantes ou claras, mas não auxiliam muito na compreensão do conteúdo.                               | As imagens são geralmente relevantes e claras, mas a conexão com o conteúdo pode ser melhorada. | As imagens são relevantes, claras e auxiliam significativamente na compreensão do conteúdo.                               |
|                                      | As atividades são irrelevantes, confusas na compreensão ou ausentes. | As atividades são um pouco relevantes e podem ser mais claras. A estruturação das atividades não ajuda na compreensão do conteúdo. | As atividades são relevantes e claras, mas a estruturação pode ser melhorada.                   | As atividades são altamente relevantes, claras, bem estruturadas e melhoram significativamente a compreensão do material. |
| <b>Exercícios e de aprendizagem:</b> | As atividades são irrelevantes ou ausentes.                          |                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                                                                                                           |

Fonte: Silva *et al.* (2025).

## RESULTADOS

### Caracterização dos Livros Didáticos Analisados

O PNLD 2024, no âmbito do Objeto 1 destinado aos anos finais do Ensino Fundamental, disponibiliza para a área de Ciências um total de 14 coleções, cada uma composta por quatro volumes, do 6º ao 9º ano. Portanto, em cada uma dessas coleções, apenas um dos volumes correspondeu ao 9º ano, o qual concentra os conteúdos de genética e hereditariedade.

Deste modo, seriam 14 volumes a serem analisados. Entretanto, para a realização deste estudo, foi possível obter 10 volumes (71,43% do total), que foram os únicos que puderam ser acessados exclusivamente em formato digital, em razão da indisponibilidade de acesso ou aquisição dos exemplares físicos. Por essa razão, a relação dos livros do 9º ano que compuseram o conjunto de obras analisadas na presente pesquisa está disposta a seguir (Quadro 2).

Quadro 2. 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                                   | Moderna          | 978-85-16-13672-7 | 4      | 2022 |

|            |                                                      |                                                                              |                    |                           |   |      |
|------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|---|------|
|            |                                                      | pela Editora Moderna.<br>Editora responsável: Rita<br>Helena Bröckelmann     |                    |                           |   |      |
| <b>L4</b>  | Ciências: Tecnologia,<br>Sociedade e<br>Ambiente     | Martha Reis                                                                  | Editora<br>AJS     | 978-65-<br>5878-069-<br>4 | 4 | 2022 |
| <b>L5</b>  | Ciências Naturais –<br>Aprendendo com o<br>cotidiano | Eduardo Leite do Canto,<br>Laura Celloto Canto Leite,<br>Luiza Celloto Canto | Moderna            | 978-85-16-<br>13880-6     | 4 | 2022 |
| <b>L6</b>  | Ciências, Vida &<br>Universo                         | Leandro Pereira de Godoy,<br>Wolney Candido de Melo                          | FTD                | 978-85-96-<br>03668-9     | 4 | 2022 |
| <b>L7</b>  | Geração Alpha<br>Ciências                            | Ana Luiza Petillo Nery,<br>Gustavo Isaac Killner                             | SM<br>Educação     | 978-65-<br>5744-742-<br>0 | 4 | 2022 |
| <b>L8</b>  | Jornadas Novos<br>Caminhos Ciências                  | Daniela Teves Nardi<br>(Editora responsável)                                 | Editora<br>Saraiva | 978-65-<br>5766-374-<br>5 | 4 | 2022 |
| <b>L9</b>  | SuperAÇÃO!<br>Ciências                               | Elisangela Andrade,<br>Vanessa Michelin                                      | Moderna            | 978-85-16-<br>13592-8     | 4 | 2022 |
| <b>L10</b> | Teláris Essencial<br>Ciências                        | Fernando Gewandsznajder,<br>Helena Pacca                                     | Editora<br>Ática   | 978-65-<br>5767-539-<br>7 | 4 | 2022 |

Fonte: Os autores (2026).

## Condições Genéticas Humanas Avaliadas

No Quadro 3 são apresentadas as condições genéticas humanas consideradas na presente análise, e suas respectivas siglas. A definição desse conjunto ocorreu a partir das ocorrências identificadas nos livros didáticos selecionados.

Quadro 3. Condições genéticas humanas consideradas nesta análise.

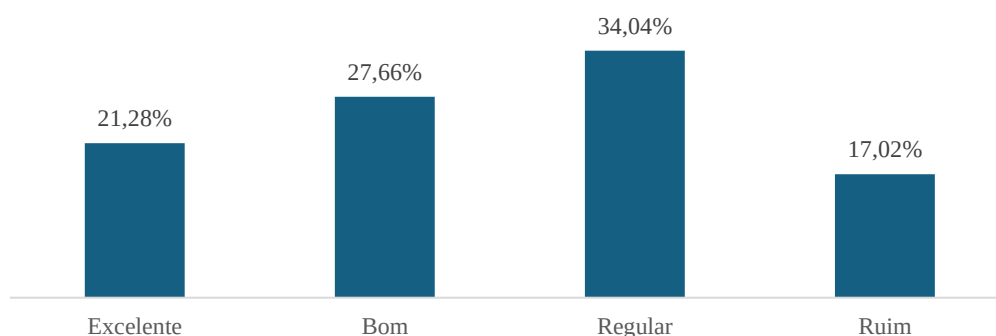
| Nº | Condição genética              |
|----|--------------------------------|
| 1  | Acondroplasia                  |
| 2  | Albinismo                      |
| 3  | Anemia falciforme              |
| 4  | Câncer de mama                 |
| 5  | Câncer de ovário               |
| 6  | Câncer de próstata             |
| 7  | Daltonismo                     |
| 8  | Diabetes mellitus tipo 2       |
| 9  | Distrofia muscular de Duchenne |
| 10 | Doença de Huntington           |
| 11 | Eritroblastose fetal           |
| 12 | Fenilcetonúria                 |
| 13 | Hemofilia                      |
| 14 | Síndrome de Down               |
| 15 | Síndrome de Edward             |
| 16 | Síndrome de Klinefelter        |
| 17 | Síndrome de Patau              |
| 18 | Síndrome de Turner             |
| 19 | Síndrome de Usher              |

## Avaliação Quantitativa do Conteúdo Pedagógico

Ao analisar o critério pedagógico do conteúdo referente ao assunto avaliado, observou-se predominância da classificação regular com 34,04% das ocorrências, seguida das classificações bom (27,66%), excelente (21,28%) e por sua vez, a categoria ruim (17,02%) que apresentou o menor percentual (Gráfico 1).

Assim, os dados indicam que o conteúdo das condições genéticas humanas nos livros analisados concentrou-se principalmente em níveis intermediários de avaliação, com maior frequência das classificações regular e bom. Esse resultado mostra que, embora parte do material analisado tenha apresentado conteúdo com nível bom ou excelente, a maior concentração ocorreu na categoria regular.

Gráfico 1. Distribuição percentual da classificação do conteúdo das condições genéticas humanas nos livros didáticos analisados.



Fonte: Os autores (2026).

Assim essa distribuição sugere que a abordagem das condições genéticas humanas nos livros didáticos foi heterogênea quanto à qualidade do conteúdo, havendo predominância de apresentações intermediárias, com diferentes níveis de aprofundamento e clareza entre as ocorrências analisadas. Além disso, a presença de 17,02% de classificações ruins, indica que parte do material ainda apresentou limitações evidentes no tratamento da qualidade do conteúdo pedagógico.

Em comparação com o estudo de Silva *et al.* (2025), observaram-se diferenças na distribuição da classificação do conteúdo das condições genéticas humanas. No trabalho anterior, referente ao PNLD 2021, as categorias bom, regular e ruim apresentaram o mesmo percentual,

com 28,57% cada, enquanto a classificação excelente correspondeu a 14,29%.

No presente estudo, embora a categoria regular tenha apresentado o maior percentual, com 34,04%, verificou-se maior frequência de classificações excelente e bom, além de menor percentual de ocorrências classificadas como ruins. Esses resultados indicam que, em comparação ao estudo anterior, a distribuição observada no PNLD 2024 mostrou mais favorável, especialmente pela redução das classificações negativas e pelo aumento das avaliações excelentes.

Ainda assim, a prevalência da categoria regular indica que o conteúdo sobre condições genéticas humanas continua sendo apresentado, em parte, com limitações no aprofundamento conceitual. Um conteúdo aprofundado mostra-se importante para a abordagem das condições genéticas humanas, pois favorece uma compreensão mais precisa e consistente dos conceitos genéticos envolvidos (Pereza *et al.*, 2022).

Assim, o aprofundamento do conteúdo contribui para reduzir simplificações excessivas, equívocos conceituais e interpretações estigmatizadas acerca dessas condições. Desse modo, abordagens educacionais mais abrangentes e bem estruturadas tendem a promover uma aprendizagem mais qualificada e crítica, aproximando o estudante da complexidade envolvida nas condições genéticas humanas (Zakariyah *et al.*, 2024).

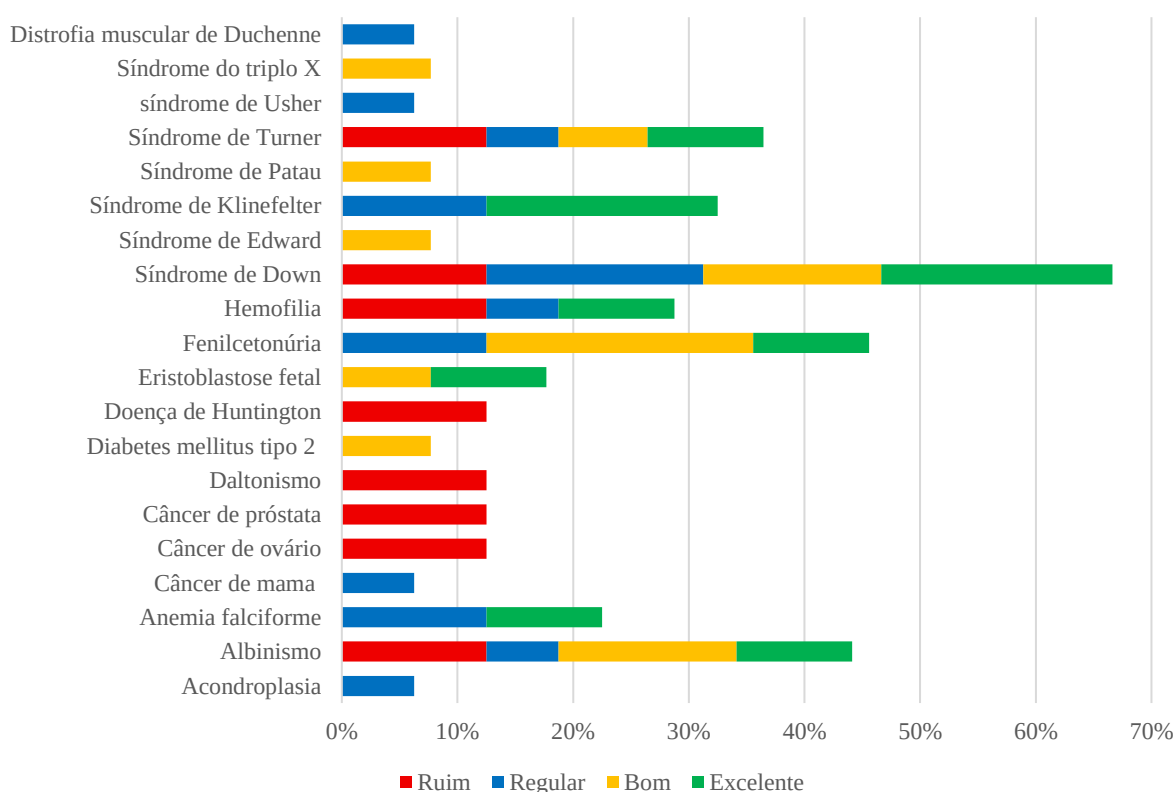
Ao analisar a distribuição da classificação do conteúdo verificou-se que Síndrome de Down apresentou a maior diversidade de classificações, com registros nas categorias ruim (12,50%), regular (18,75%), bom (15,38%) e excelente (20,00%). Também se destacaram Fenilcetonúria, com maior concentração na categoria bom (23,08%), além de classificações regular (12,50%) e excelente (10,00%), e Albinismo, que apresentou distribuição entre as categorias ruim (12,50%), regular (6,25%), bom (15,38%) e excelente (10,00%). Síndrome de Klinefelter apenas apresentou ocorrência apenas nas categorias regular (12,50%) e excelente (20,00%). Por outro lado, algumas condições apresentaram ocorrência em apenas uma categoria, como: Diabetes mellitus tipo 2, Síndrome de Edward, Síndrome de Patau e STX, classificadas somente como boas; Acondroplasia, Câncer de mama, Síndrome de Usher e Distrofia muscular de Duchenne, classificadas apenas como regulares e Câncer de ovário, Câncer de próstata, Daltonismo e Doença de Huntington, classificadas exclusivamente como ruins. (Gráfico 2).

Os dados indicam que a avaliação do conteúdo ocorreu de forma heterogênea entre as condições genéticas analisadas. Enquanto algumas condições, como Síndrome de Down, Fenilcetonúria e Albinismo, apresentaram maior diversidade de classificações, sugerindo

diferentes níveis de aprofundamento e tratamento nos livros didáticos, outras apareceram de forma mais restrita, vinculadas a apenas uma categoria avaliativa.

Esse padrão mostra que determinadas condições receberam abordagens mais variadas, e em alguns casos, mais desenvolvidas, ao passo que outras foram tratadas de maneira mais limitada no material analisado. Assim, observou-se uma distribuição desigual da qualidade do conteúdo, com concentração de classificações mais elevadas em algumas condições e ocorrência isolada de classificações intermediárias ou baixas em outras.

Gráfico 2. Distribuição percentual acumulada da classificação do conteúdo das condições genéticas humanas analisadas.



Fonte: Os autores (2026).

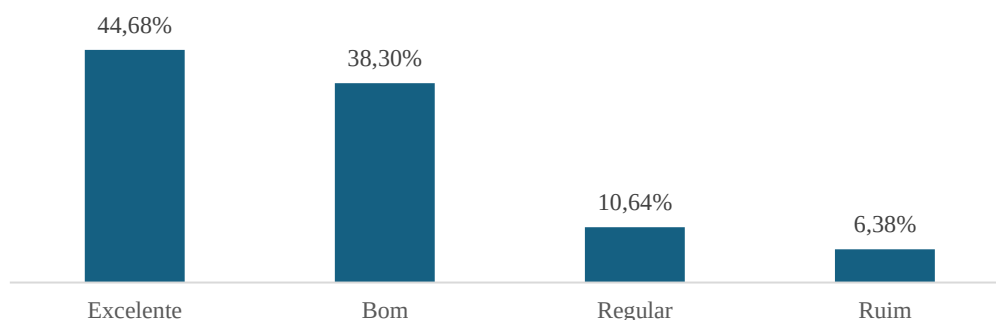
Nota: Os percentuais foram calculados de forma independente para cada categoria de classificação, permitindo a análise da distribuição das condições genéticas em cada nível avaliativo.

## Avaliação da Linguagem

Em relação ao critério da linguagem utilizada, observou-se predominância da classificação excelente (44,68%) das ocorrências, seguida de bom (38,30%) e regular e ruim com os percentuais mais baixos (10,64% e 6,38%), respectivamente. De modo geral, os dados

mostram que a linguagem empregada nas condições genéticas humanas nos livros analisados foi avaliada em sua maioria de forma positiva, com maior concentração nas classificações excelente e bom (Gráfico 3).

Gráfico 3. Distribuição percentual da classificação da linguagem das condições genéticas humanas nos livros didáticos analisados.



Fonte: Os autores (2026).

Em comparação com Silva *et al.* (2025), a linguagem apresentou maior concentração de avaliações positivas em ambos os estudos. No PNLD 2021, houve a classificação excelente (57,14%), seguida de bom (28,57%), e ruim (14,29%). Não houve ocorrências no nível regular. Já neste presente estudo, houve predominância das categorias excelente (44,68%) e bom (38,30%) em detrimento de regular (10,64%) e ruim (6,38%) que apresentaram os menores percentuais.

Quanto a distribuição da classificação da linguagem segundo cada condições genéticas analisada, verificou-se que Síndrome de Down apresentou a maior frequência dos registros em três níveis: regular (20,00%), bom (16,67%) e excelente (19,05%). Seguido de: Albinismo, com ocorrências regular (20,00%), bom (5,56%) e excelente (14,29%); Síndrome de Turner, com regular (20,00%), bom (5,56%) e excelente (9,52%); e Hemofilia, com registros em regular (20,00%), bom (5,56%) e excelente (4,76%).

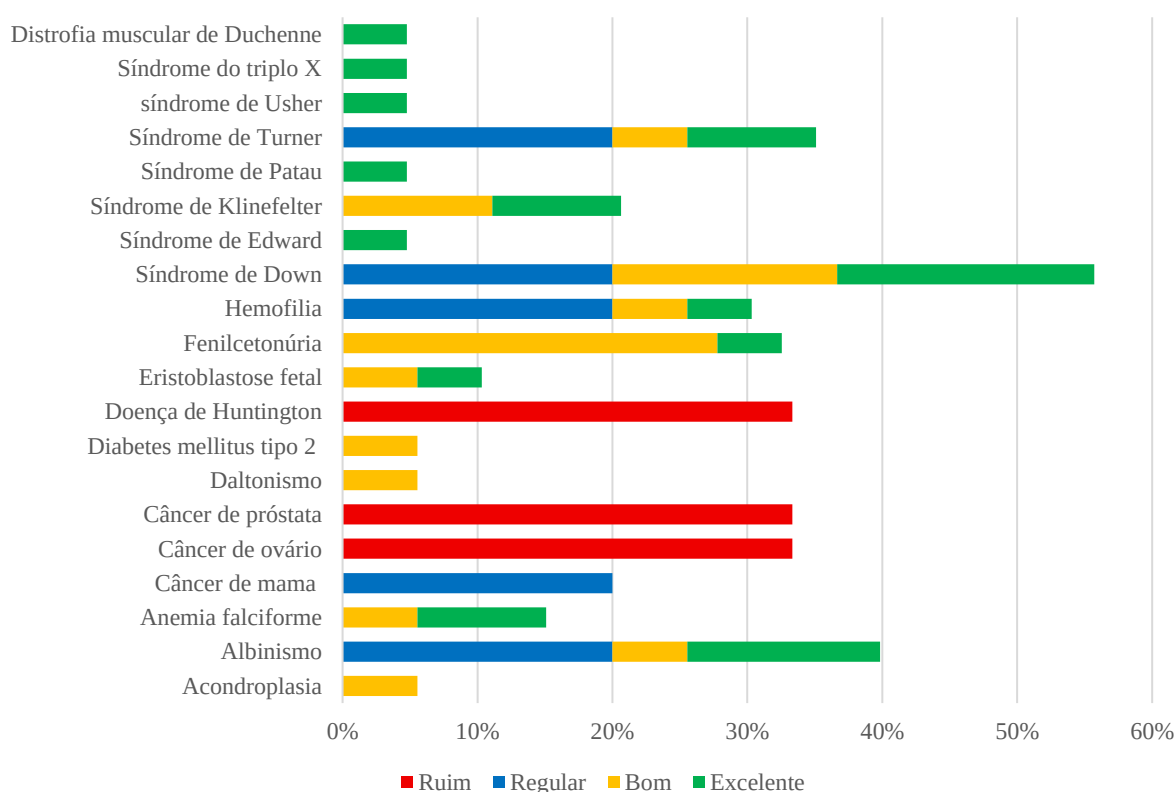
Além disso algumas condições, registraram apenas classificações em dois níveis, como: Fenilcetonúria, bom (27,78%) e excelente (4,76%); Síndrome de Klinefelter, bom (11,11%) e excelente (9,52%); Eritroblastose fetal, bom (5,56%) e excelente (4,76%), e Anemia falciforme, registrou bom (5,56%) e excelente (9,52%). As três últimas condições apresentaram os menores percentuais de ocorrência nos níveis bom e excelente.

Por outro lado, algumas condições apresentaram ocorrência em apenas uma categoria, como Câncer de ovário, Câncer de próstata e Doença de Huntington, classificadas exclusivamente

como ruins (33,333%); Acondroplasia, Diabetes mellitus tipo 2 e Daltonismo, classificadas apenas como boas (5,56%); e Síndrome de Edward, Síndrome de Patau, Síndrome de Usher, Síndrome do triplo X e Distrofia muscular de Duchenne, classificadas somente como excelentes (4,76%). (Gráfico 4).

Nesse sentido, essa distribuição indica que a linguagem empregada nos livros didáticos tende a apresentar melhor desempenho em condições genéticas mais recorrentes, como Síndrome de Down, Albinismo e Síndrome de Turner, que reuniram maior número de classificações positivas. Esse padrão pode estar relacionado à maior presença desses temas no ensino de genética e ao seu uso recorrente como exemplos nos materiais didáticos (Franzolin *et al.*, 2020). Além disso, como o livro didático ocupa papel central na organização curricular e na prática pedagógica, essa recorrência tende a influenciar a compreensão dos estudantes sobre esses conteúdos (Xavier; Freire; Moraes, 2006).

Gráfico 4. Distribuição percentual acumulada da classificação da linguagem utilizada nas condições genéticas humanas analisadas.



Fonte: Os autores (2026).

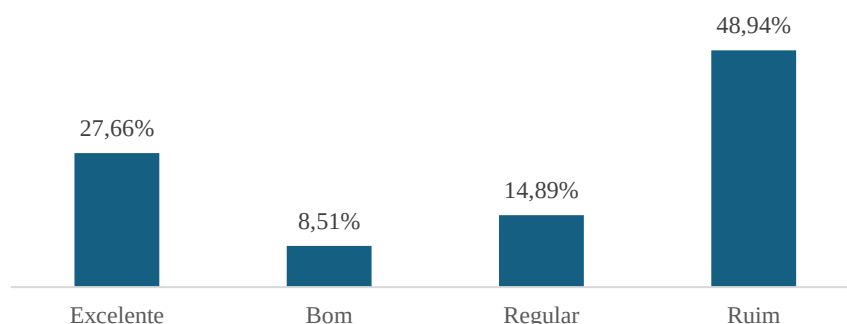
Nota: Os percentuais foram calculados de forma independente para cada categoria de classificação, permitindo a análise da distribuição das condições genéticas em cada nível avaliativo.

Em contrapartida, teve a ocorrência de classificações exclusivamente ruins em condições como Doença de Huntington, Câncer de próstata e Câncer de ovário, sugerindo que parte dos conteúdos ainda foi apresentada com menor clareza, precisão ou adequação didática. Considerando que a genética é reconhecida como uma área de elevada complexidade conceitual, a linguagem assume papel central na mediação do conhecimento, podendo favorecer ou dificultar a compreensão dos estudantes (Duncan; Tseng, 2011; Zudaire; Fraile, 2021). Assim, embora o critério linguagem tenha apresentado presença mais expressiva de avaliações positivas, sua distribuição entre as condições analisadas foi considerada heterogênea.

### Avaliação das Imagens Ilustrativas

Em relação ao critério imagens ilustrativas, observou-se predominância da classificação ruim (48,94%), seguida de excelente (27,66%). Enquanto os níveis regular e bom apresentaram os menores percentuais, (14,89% e 8,51%), respectivamente (Gráfico 5).

Gráfico 5. Distribuição percentual da classificação das imagens ilustrativas das condições genéticas humanas nos livros didáticos analisados.



Fonte: Os autores (2026).

Considerando este panorama, as imagens ilustrativas associadas às condições genéticas humanas nos livros analisados apresentaram, com maior frequência, avaliação no nível ruim. Esse resultado indica que o repertório de imagens ainda constitui um dos aspectos mais frágeis na abordagem didática das condições genéticas humanas nos livros analisados. Este é um fato preocupante, tendo em vista que a genética envolve conteúdos de elevada abstração, e, portanto, recursos visuais relevantes e bem articulados ao texto podem contribuir para a visualização de elementos importantes à compreensão conceitual (Waikel *et al.*, 2024).

Nesse sentido, parte expressiva das imagens não apresentou adequação suficiente em termos de relevância, clareza ou contribuição efetiva para o entendimento do conteúdo. Embora uma parcela das ocorrências tenha sido avaliada como excelente, os percentuais reduzidos de classificações bom e regular reforçam que o uso das ilustrações não se distribuiu de forma equilibrada.

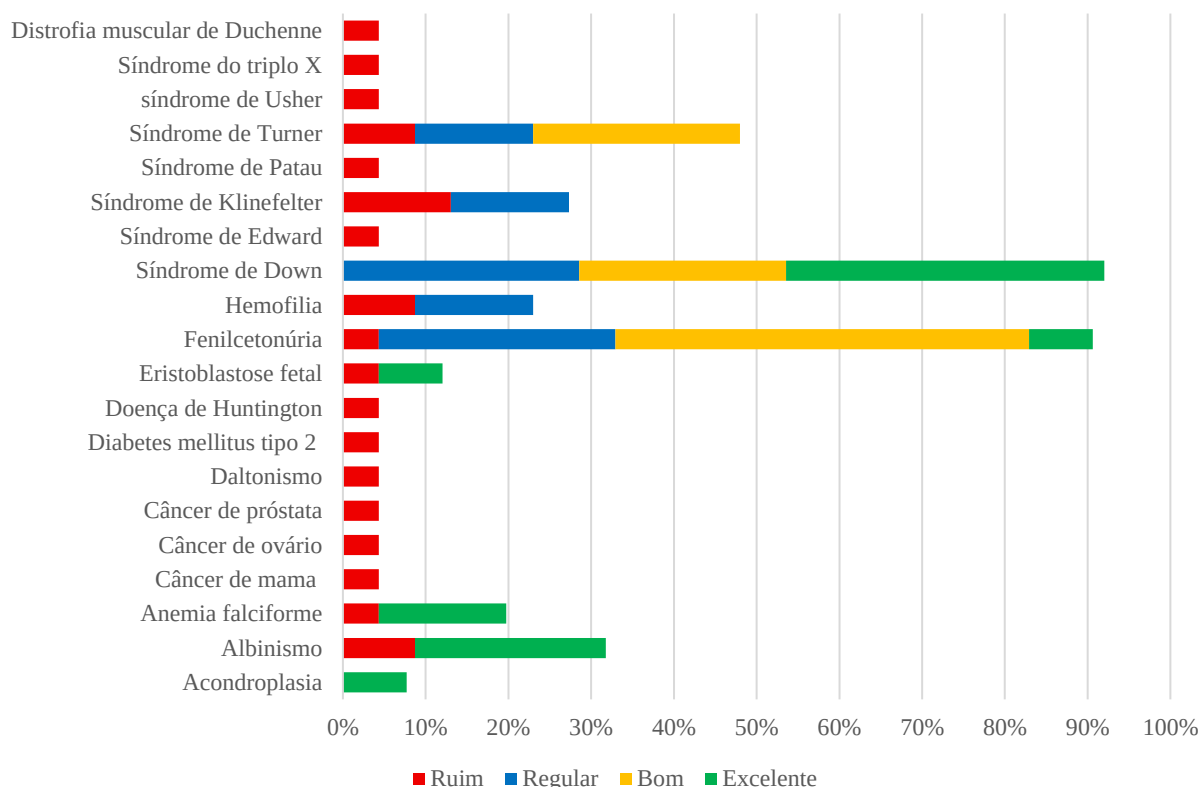
Em comparação, o estudo de Silva *et al.* (2025), do PNLD 2021, apresentou maior frequência do nível bom (57,14%), seguido de regular (28,57%) e ruim (14,29%), sem ocorrências da classificação excelente. Ao passo que no presente trabalho as imagens ilustrativas apresentaram distribuição menos favorável, pois no PNLD 2024, foi mais frequente o nível ruim (48,94%), seguido de excelente (27,66%), regular (14,89%) e bom (8,51%), indicando maior concentração de avaliações negativas nesse critério.

Em relação à distribuição da classificação das imagens ilustrativas entre as condições genéticas, verificou-se que Síndrome de Down apresentou a maior frequência e classificações, com registros em três níveis: regular (28,57%), bom (25,00%) e excelente (38,46%). Outra condição também apresentou três níveis, distribuído de forma diversa: Síndrome de Turner com ocorrências ruim (8,70%), regular (14,29%) e bom (25,00%). Apenas Fenilcetonúria, apresentou quatro níveis, com predominância de bom (50,00%), seguido de regular (28,57%), excelente (7,69%) e ruim (4,35%).

Outras condições apresentaram classificações em dois níveis de várias maneiras: Hemofilia registrou classificações ruim (8,70%) e regular (14,29%), assim como, Síndrome de Klinefelter ruim (13,04%) e regular (14,29%). Enquanto outras três condições apresentaram destaque para os níveis ruim e excelente: Albinismo ruim (8,70%) e excelente (23,08%); Anemia falciforme ruim (4,35%) e excelente (15,38%); e Eritroblastose fetal ruim (4,35%) e excelente (7,69%).

Por outro lado, 11 condições: Câncer de mama, Câncer de ovário, Câncer de próstata, Daltonismo, Diabetes mellitus tipo 2, Doença de Huntington, Síndrome de Edward, Síndrome de Patau, Síndrome de Usher, Síndrome do triplo X e Distrofia muscular de Duchenne apresentaram registros apenas no nível ruim com 4,35% cada uma. Ao passo que Acondroplasia, destaca-se por ter tido exclusivamente o nível excelente (7,69%). (Gráfico 6).

Gráfico 6. Distribuição percentual acumulada da classificação das imagens ilustrativas segundo as condições genéticas humanas analisadas.



Fonte: Os autores (2026).

Nota: Os percentuais foram calculados de forma independente para cada categoria de classificação, permitindo a análise da distribuição das condições genéticas em cada nível avaliativo.

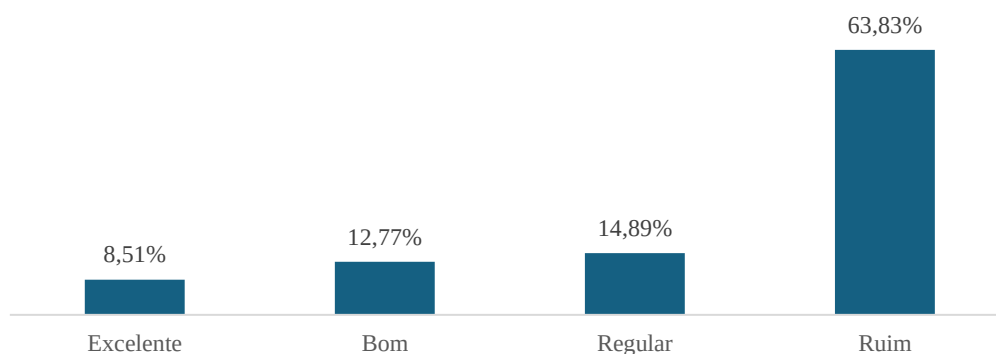
Essa distribuição indica que as imagens ilustrativas foram empregadas de maneira heterogênea entre as condições genéticas analisadas. Enquanto algumas concentraram maior diversidade de níveis de classificação e maior presença de avaliações positivas, outras condições apresentaram ocorrência restrita a classificações negativas, ou mesmo a uma única categoria negativa, sugerindo uso mais limitado e/ou menos consistente de recursos visuais.

Considerando que as imagens podem contribuir para a visualização de fenótipos, alterações cromossômicas e outros elementos relevantes à compreensão de conteúdos genéticos, a concentração de classificações ruins em várias condições sugere fragilidades na qualidade ou na adequação pedagógica desse recurso. Desse modo, os dados demonstram que, embora algumas condições tenham sido acompanhadas por imagens mais adequadas, a distribuição desse apoio visual permaneceu desigual, com maior concentração de avaliações positivas em um grupo restrito de condições genéticas.

## Avaliação dos Exercícios e Atividades de Aprendizagem

Em relação ao critério exercícios e atividades de aprendizagem, observou-se predominância do nível ruim (63,83%) seguido de regular (14,89%), bom (12,77%), e excelente (8,51%) apresentando o menor índice. De modo geral, os dados revelam que os exercícios e as atividades de aprendizagem associados às condições genéticas humanas nos livros analisados apresentaram, com maior frequência, avaliações negativas, com concentração expressiva na categoria ruim (Gráfico 7).

Gráfico 7. Distribuição percentual da classificação dos exercícios e atividades de aprendizagem das condições genéticas humanas nos livros didáticos analisados.



Fonte: Os autores (2026).

Esse resultado sugere que os exercícios e as atividades de aprendizagem constituem um dos aspectos mais limitantes na abordagem pedagógica das condições genéticas humanas nos livros analisados. Considerando que esses recursos podem contribuir para a retomada, sistematização e consolidação dos conteúdos trabalhados; a predominância da classificação ruim indica que, em grande parte das ocorrências, essas atividades mostraram-se insuficientes, pouco desenvolvidas ou pouco articuladas ao conteúdo apresentado.

Em temas como genética humana, que envolvem elevada complexidade conceitual, a utilização de atividades didático-pedagógicas e exercícios bem planejados pode favorecer a compreensão dos conteúdos, a resolução de problemas e a verificação da aprendizagem (Benavides; Lopez, 2018; Pereira; Cunha; Lima, 2020; Silva *et al.*, 2017). Nesse sentido, os percentuais observados mostram que esse potencial didático não foi plenamente explorado na maior parte do material analisado. Pois eles ainda aparecem de modo limitado, e em muitos casos, com baixa qualidade pedagógica no conjunto das obras avaliadas.

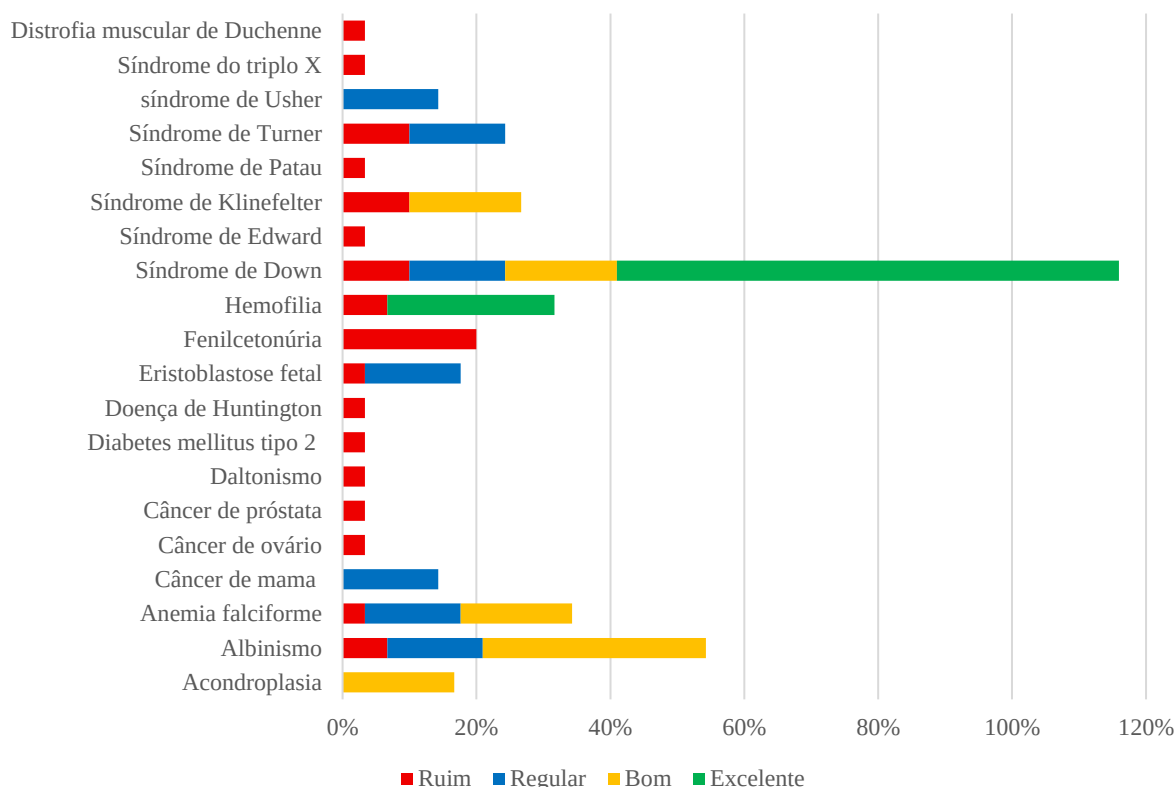
Em relação à distribuição da classificação dos exercícios e das atividades de aprendizagem

por condição genética, verificou-se que Síndrome de Down apresentou a maior frequência e diversidade de classificações, com registros nos quatro níveis: ruim (10,00%), regular (14,29%), bom (16,67%) e excelente (75,00%). Também se destacaram com registros em três níveis: Albinismo, com ruim (6,67%), regular (14,29%) e bom (33,33%); e Anemia falciforme, com níveis ruim (3,33%), regular (14,29%) e bom (16,67%).

Entre as ocorrências em dois níveis: Hemofilia apresentou registros em ruim (6,67%) e excelente (25,00%), e Síndrome de Klinefelter ruim (10,00%) e bom (16,67%). Enquanto Eritroblastose fetal e a Síndrome de Turner registraram ruim (3,33% e 10,00%, respectivamente) e regular (14,29% em ambas).

Por outro lado, algumas condições apresentaram ocorrência em apenas um nível, como Acondroplasia, classificada exclusivamente como bom (16,67%), Câncer de mama e Síndrome de Usher, classificadas apenas como regulares (14,29% cada) e outras apenas no nível ruim, como: Fenilcetonúria com (20,00%), e Câncer de ovário, Câncer de próstata, Daltonismo, Diabetes mellitus tipo 2, Doença de Huntington, Síndrome de Edward, Síndrome de Patau, Síndrome do triplo X e Distrofia muscular de Duchenne, classificadas somente como ruins (3,33% cada) (Gráfico 8).

Gráfico 8. Distribuição percentual acumulada da classificação dos exercícios e das atividades de aprendizagem segundo as condições genéticas humanas analisadas.



Fonte: Os autores (2026).

Nota: Os percentuais foram calculados de forma independente para cada categoria de classificação, permitindo a análise da distribuição das condições genéticas em cada nível avaliativo.

## Síntese da Análise dos Dados por Meio da Rubrica Avaliativa

De modo geral, a análise dos dados revelou que a abordagem das condições genéticas humanas nos livros didáticos avaliados ocorreu de forma heterogênea entre os critérios investigados. No que se refere ao critério conteúdo, predominou a classificação regular, indicando frequência maior de abordagens intermediárias. Quanto à linguagem, observou-se predominância de avaliações positivas, com maior concentração nos níveis excelente e bom. Em contrapartida, as imagens ilustrativas e os exercícios e atividades de aprendizagem apresentaram maior frequência de níveis ruins, revelando fragilidades nesses recursos didáticos.

Além disso, a distribuição das classificações por condição genética mostrou-se desigual, com maior diversidade de avaliações em condições mais recorrentes, como Síndrome de Down, Albinismo e Fenilcetonúria, enquanto outras apresentaram ocorrência restrita a uma única categoria avaliativa. A análise realizada indica que, embora as condições genéticas humanas

estejam presentes nos livros analisados, sua abordagem didática não ocorreu de maneira uniforme, variando quanto ao aprofundamento do conteúdo, à clareza da linguagem e ao uso de recursos visuais e pedagógicos.

### **Análise Qualitativa dos Livros Didáticos**

Para análise qualitativa das alterações genéticas apresentadas foi empregada a leitura detalhada de cada capítulo. Nesse contexto, uma obra desenvolveu o conteúdo de Síndrome de Down, de maneira diversa dos demais livros, com menos destaque para as características fenotípicas e mais enfoque na autonomia e capacidade dos indivíduos.

Essa mudança de perspectiva é crucial para combater o que a literatura especializada intitula de “determinismo genético” pois com o ensino de genética concentrado excessivamente na causalidade de doenças ocorre uma tendência ao aumento de crenças essencialistas e preconceituosas entre os estudantes (Donovan *et al.*, 2019). E o material sendo elaborado com base em valores como empatia, respeito à diversidade e inclusão, deixa de lado o antigo paradigma que enxergava as síndromes como uma doença sem cura, e passa a ver estes indivíduos como parte da diversidade humana (Edwards; Schippers, 2024; Hammell, 2015).

O material didático ao adotar uma abordagem mais humana sobre genética, contextualiza a variação genética como um continuum da biodiversidade, e não apenas como erro, promove-se não só o conhecimento científico, mas também a redução do preconceito racial e capacitista (Donovan *et al.*, 2019). Esta é uma forma de inibir e diminuir as formas de discriminação que se baseiam em estereótipos e julgamentos negativos sobre raça e deficiência.

Outrossim, foi observada a em algumas coleções para refletir a adoção do Modelo Social da Deficiência. Enquanto o modelo médico tradicional localiza o “problema” no corpo do indivíduo, buscando cura ou normalização, o modelo social compreende que a deficiência é uma experiência complexa, resultante da interação entre características biológicas e barreiras sociais excludentes (Retief; Letšosa, 2018). A incorporação dessa visão nos livros didáticos do PNLD é um passo fundamental para garantir que a educação científica forme cidadãos éticos, capazes de compreender que as diferenças biológicas, sem hierarquias, fazem parte da sociedade.

Duas obras chamaram atenção ao diferenciar síndromes genéticas de doenças genéticas, realçando que síndromes não são doenças. Uma vez que, doença genética é uma condição causada por uma alteração genética específica, afetando função ou estrutura, podendo afetar um órgão ou

sistema, com sintomas geralmente mais restritos (Jackson *et al.*, 2018; Mutar, 2017). Enquanto, que as síndromes são um conjunto de sinais e sintomas decorrentes de uma ou mais alterações genéticas, que envolvem tanto múltiplos órgãos quanto sistemas, com malformações, atrasos de desenvolvimento e outros problemas (Decimi; Memo, 2015; Duarte; Singh, 2024; Mutar, 2017; Srilatha, 2017).

O antigo paradigma que via a síndrome como um "defeito" a ser corrigido ou curado, está sendo modificado por uma concepção que reconhece essas condições como parte constitutiva da identidade do indivíduo, valorizando a promoção da qualidade de vida, autonomia e respeito à diversidade humana (Edwards; Schippers, 2024; Hammell, 2015; Ijezie *et al.*, 2023; Miranda-Ojeda *et al.*, 2025; Morán *et al.*, 2022).

Dessa forma, alguns livros têm adotado essa postura em seus materiais impressos. Assim, quando um estudante com alguma síndrome genética encontra em seu livro a afirmação sua condição não é doença, que ele não possui um defeito, mas sim, que sua característica integra a diversidade humana, isso pode fortalecer sua autoestima e contribuir para a construção de uma identidade positiva.

Também foi observado que uma das obras analisadas não apresentou muitas questões voltadas para as alterações genéticas humanas, deixando de lado o conteúdo desenvolvido sobre este assunto. Além disso, este material não abordou o assunto sobre Síndrome de Edward, sem apresentar nenhuma citação, mas, no entanto, esse conhecimento é cobrado em uma questão.

Esse fato é preocupante porque em algumas regiões brasileiras, muitos alunos não têm acesso igualitário e de qualidade à internet, para realização de pesquisas e buscas de informações complementares. Assim, a dependência do livro didático ainda se mostra elevada, o que pode comprometer a qualidade do ensino (Felix *et al.*, 2024; Leshota, 2020).

Em uma das obras analisadas, foi identificado um erro de natureza distinta, de caráter factual e relacionado à grafia, uma vez que constava o termo “Eristoblastose” em lugar de “Eritroblastose” na edição acessada em formato online, obtida por meio de canais oficiais. De modo semelhante, em outra obra, também foi verificada a apresentação de “Diabetes melito tipo II” em vez de “Diabetes mellitus tipo II”. Embora a melito seja uma forma aportuguesada aceita em diversas diretrizes médicas brasileiras, "Mellitus" é o termo mais comum na ciência, o que demonstra que o livro utilizou uma terminologia não padronizada internacionalmente.

Esses erros de grafia são um forte indicativo de falhas no processo de revisão técnica e editorial do material (Israel, 2020). Diante disso, destaca-se que as obras didáticas não devem

apresentar erros em seu material, tendo em vista que são compreendidas como fontes confiáveis de informação, tanto por professores quanto por estudantes (Silva *et al.*, 2025).

Outro termo obsoleto foram as expressões “retardo mental” e “deficiência mental”, encontradas em duas obras didáticas em relação ao assunto fenilcetonúria. Estes termos foram utilizados por muitos anos na medicina e na psicologia para descrever limitações no funcionamento intelectual e no comportamento adaptativo. No entanto, nas últimas décadas, passaram a ser considerados ultrapassados e pejorativos, motivando um movimento internacional para sua substituição por "deficiência intelectual" (Harris, 2013; Salvador-Carulla; Bertelli, 2008; Schalock; Luckasson; Shogren, 2007). As organizações científicas e revistas já alteraram suas denominações para refletir essa mudança, pois o antigo termo fazia associação ao preconceito e exclusão social (Harris, 2013; Schalock; Luckasson; Shogren, 2007). Desse modo, esses termos precisam ser atualizados para uma forma mais adequada, para se ajustar a terminologia atualmente recomendada.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo sinalizam que a abordagem didática das condições genéticas humanas nos livros didáticos de Ciências do PNLD 2024 apresenta grande heterogeneidade entre os critérios analisados. Embora o conteúdo tenha se concentrado, em sua maioria, em níveis intermediários, indicando tratamento parcial e nem sempre suficientemente aprofundado, a linguagem mostrou desempenho globalmente mais favorável, com predominância de avaliações positivas.

Em contrapartida, as imagens ilustrativas e os exercícios e atividades de aprendizagem constituíram os aspectos mais frágeis das obras examinadas, concentrando maior frequência de níveis ruins e revelando limitações no uso de recursos visuais e pedagógicos potencialmente relevantes para a compreensão de conteúdos complexos. Além disso, a distribuição das classificações por condição genética mostrou-se desigual, com maior diversidade de abordagens em condições mais recorrentes, como Síndrome de Down, Albinismo e Fenilcetonúria, enquanto outras permaneceram restritas a uma única categoria avaliativa, o que sugere tratamento mais e menos consistente em algumas obras.

A análise qualitativa também mostrou a coexistência de avanços e limitações, com presença de abordagens mais inclusivas em alguns casos, mas também com a permanência de

inconsistências conceituais e terminológicas que reforçam a necessidade de revisão crítica desses materiais didáticos. Em conjunto, os achados indicam que, embora as condições genéticas humanas estejam presentes nos livros analisados, sua abordagem didática ainda ocorre de forma parcial, desigual, e em determinados casos, conceitualmente insuficiente.

Esse cenário reforça a necessidade de maior equilíbrio na seleção dos conteúdos, de maior rigor terminológico e de melhor articulação entre texto, imagens e atividades de aprendizagem, a fim de favorecer uma compreensão mais precisa, crítica e inclusiva da genética humana no contexto escolar.

Como limitação do estudo, denota-se que apesar de terem sido analisados mais de 70% dos livros das coleções do PNLD 2024, não foi possível atingir a sua totalidade.

Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar a análise para outras edições do PNLD e diferentes níveis de ensino, bem como investigar a recepção desses conteúdos por professores e estudantes e os possíveis efeitos da qualidade da abordagem didática sobre a aprendizagem e sobre a construção de percepções sociais relacionadas às condições genéticas humanas.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. C. M. *et al.* O preconceito de classe social no livro didático: um estudo apoiado na Epistemologia Genética. **Conjecturas**, v. 22, n. 1, p. 778–791, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53660/CONJ-542-808>.

AMARAL, M. B. Doenças raras e a educação em saúde—um olhar para além da genética. **Ensino de Ciências e Biologia: Saúde**10, v. 46943, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.46943/VIII.ENEBIO.2021.01.213>.

BENAVIDES, F. L. O.; LOPEZ, C. E. P. Estrategia tecno-didáctica para la solución de problemas de genética en estudiantes de educación a distancia. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.**, v. 15, n. 2, p. 1–19, 2018. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2301).

CASTRO-FAIX, M.; DUNCAN, R. G. Cross-sectional study of students' molecular explanations of inheritance patterns. **Science Education**, v. 106, n. 2, p. 412–447, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21692>.

DECIMI, V.; MEMO, L. When to suspect a genetic syndrome. **Italian Journal of Pediatrics**, v. 41, n. S2, p. A50, 1824-7288-41-S2-A50, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186%2F1824-7288-41-S2-A50>.

DONOVAN, B. M. *et al.* Toward a more humane genetics education: Learning about the social and quantitative complexities of human genetic variation reduces racial bias and adolescent

affect. **Science Education**, v. 103, n. 3, p. 529–560, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21506>.

DUARTE, V. E.; SINGH, M. N. Genetic syndromes associated with congenital heart disease. **Heart**, v. 110, n. 20, p. 1231–1237, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2023-323126>.

DUNCAN, R. G.; TSENG, K. A. Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. **Science Education**, v. 95, n. 1, p. 21–56, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20407>.

EDWARDS, M.; SCHIPPERS, A. P. Expanding the quality of life paradigm: Contributions from the field of disability studies. **Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities**, v. 21, n. 1, p. e12483, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111%2Fjppi.12483>.

FELIX, H. D. S. *et al.* A integração da tecnologia no espaço escolar: desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 4, p. 2154–2164, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51891%2Frase.v10i4.13593>.

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>.

HAMMELL, K. W. Quality of life, participation and occupational rights: A capabilities perspective. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 62, n. 2, p. 78–85, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12183>.

HARRIS, J. C. New terminology for mental retardation in DSM-5 and ICD-11. **Current Opinion in Psychiatry**, v. 26, n. 3, p. 260–262, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1097/YCO.0b013e32835fd6fb>.

IJEZIE, O. A. *et al.* Quality of life in adults with Down syndrome: A mixed methods systematic review. **PLOS ONE**, v. 18, n. 5, p. e0280014, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280014>.

ISRAEL, P. C. Exploring Grammatical Errors in Teaching Materials. **Open Journal of Modern Linguistics**, v. 10, n. 05, p. 620–633, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojml.2020.105038>.

JACKSON, M. *et al.* The genetic basis of disease. **Essays in Biochemistry**, v. 62, n. 5, p. 643–723, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1042%2FEBC20170053>.

LAPPALAINEN, T. *et al.* Genetic and molecular architecture of complex traits. **Cell**, v. 187, n. 5, p. 1059–1075, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.01.023>.

LESHOTA, M. Teacher–Textbook Relationships in Mathematics in Contexts of Limited Resources. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 24, n. 3, p. 375–386, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1847833>.

MACHOVÁ, M.; EHLE, E. Secondary school students' misconceptions in genetics: origins

and solutions. **Journal of Biological Education**, v. 57, n. 3, p. 633–646, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933136>.

MIRANDA-OJEDA, R. *et al.* The Neurodiversity Framework in Medicine: On the Spectrum. **Developmental Neurobiology**, v. 85, n. 1, p. e22960, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/dneu.22960>.

MORÁN, L. *et al.* Predictors of individual quality of life in young people with Down syndrome. **Rehabilitation Psychology**, v. 67, n. 2, p. 205–214, 2022. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/rep0000443>.

MUTAR, H. A. **Genetic Diseases and Syndromes**. Scholars' Press, 2017. 01-108 p.

NÚÑEZ, I. B. *et al.* Tools of mediation and scientific concept learning through the lens of Galperin / *Herramientas de mediación y aprendizaje de conceptos científicos a través de la lente de Galperin*. **Culture and Education: Cultura y Educación**, v. 37, n. 3, p. 781–798, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1177/11356405251362601>.

PEREIRA, S. D. S.; CUNHA, J. S. D.; LIMA, E. M. Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 41, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p41>.

PEREZA, N. *et al.* Editorial: The Importance of Genetic Literacy and Education in Medicine. **Frontiers in Genetics**, v. 13, p. 910530, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.910530>.

PINHEIRO, R. M. D. S.; ECHALAR, A. D. L. F.; QUEIROZ, J. R. D. O. As políticas públicas de livro didático no Brasil: editais do PNLD de Biologia em questão. **Educar em Revista**, v. 37, p. e81261, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.81261>.

RETIEF, M.; LETŠOSA, R. Models of disability: A brief overview. **HTS Theologies Studies / Theological Studies**, v. 74, n. 1, a4738, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4102/hts.v74i1.4738>.

SALVADOR-CARULLA, L.; BERTELLI, M. ‘Mental Retardation’ or ‘Intellectual Disability’: Time for a Conceptual Change. **Psychopathology**, v. 41, n. 1, p. 10–16, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1159/000109950>.

SCHALOCK, R. L.; LUCKASSON, R. A.; SHOGREN, K. A. The Renaming of **Mental Retardation**: Understanding the Change to the Term **Intellectual Disability**. **Intellectual and Developmental Disabilities**, v. 45, n. 2, p. 116–124, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1352/1934-9556\(2007\)45\[116:TROMRU\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1352/1934-9556(2007)45[116:TROMRU]2.0.CO;2).

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. Livros didáticos em publicações na área de ensino: contribuições para análise e escolha. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p23>.

SEMILARSKI, Helen; SEMILARSKI, Helin. Exploring Science Teacher’s Perspectives on the Disciplinary Core Idea Map of Genetic Variation. **Science & Education**, v. 34, n. 4, p. 2479–2497, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00560-w>.

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/10.52641/2Fcadcajv10i1.863>.

SILVA, F. R. D. *et al.* Experimentação em Ciências: verificando a relação entre a teoria e a prática no ensino de genética em uma escola pública no município de Vitória de Santo Antão - PE. **Revista Ciência em Extensão**, v. 13, n. 3, p. 160–170, 2017. DOI: <https://doi.org/10.23901/1679-4605.2017v13n3p160-170>.

SRILATHA, B. A Review on Genetic Disorders and Syndromes. **Biochem Mol Biol Lett**, v. 3, n. 2, p. 118, 2017.

WAIKEL, R. L. *et al.* Recognition of Genetic Conditions After Learning With Images Created Using Generative Artificial Intelligence. **JAMA Network Open**, v. 7, n. 3, p. e242609, 2024. DOI: <http://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.2609>.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. D. S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 3, p. 275–289, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000300003>.

ZAKARIYAH, A. F. *et al.* Identifying knowledge deficiencies in genetics education among medical students and interns in Saudi Arabia- A cross-sectional study. **BMC Medical Education**, v. 24, n. 1, p. 778, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05782-8>.

ZUDAIRE, I.; FRAILE, M. N. Exploring the Conceptual Challenges of Integrating Epigenetics in Secondary-Level Science Teaching. **Research in Science Education**, v. 51, n. 4, p. 957–974, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09899-5>.