



AMANDA ALVES RAMIRO

**A MATEMÁTICA BÁSICA COMO OBSTÁCULO NO ENSINO DA
GENÉTICA MENDELIANA: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**

**LIVRAMENTO-PB
2026**

AMANDA ALVES RAMIRO

**A MATEMÁTICA BÁSICA COMO OBSTÁCULO NO ENSINO DA
GENÉTICA MENDELIANA: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Polo Livramento, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientador: Prof. Alecio Soares
Silva**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

R173m Ramiro, Amanda Alves.

A matemática básica como obstáculo no ensino da genética mendeliana: uma análise de livros didáticos / Amanda Alves Ramiro. - Patos, 2026.
36 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2026.

Orientador(a): Prof. Alecio Soares Silva.

1. Genética Mendeliana 2. Matemática básica 3. Biologia 4. Interdisciplinaridade I. Título II. Silva, Alecio Soares III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU -51+573

AMANDA ALVES RAMIRO

A MATEMÁTICA BÁSICA COMO OBSTÁCULO NO ENSINO DA GENÉTICA MENDELIANA: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Polo Livramento, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Alecio Soares Silva

Aprovado em: 22 de Abril de 2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alecio Soares Silva
Orientador, SEE-PB



Documento assinado digitalmente

ALECIO SOARES SILVA

Data: 01/05/2026 12:38:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente

RENATA DRUMMOND MARINHO CRUZ

Data: 03/05/2026 19:50:06-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Renata Drummond Marinho Cruz
Examinador interno, IFPB



Documento assinado digitalmente

AILTON DINIZ DE OLIVEIRA

Data: 04/06/2026 08:48:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Ailton Diniz de Oliveira
Examinador externo, SEDUC – Juazeirinho – PB

AGRADECIMENTO

A Deus, base da minha vida, fonte de toda força e esperança, e a Nossa Senhora, por sua intercessão e cuidado constante ao longo de toda a minha caminhada, minha eterna gratidão.

À minha família, meu ponto de partida, agradeço pelo apoio incondicional, pela paciência durante meus dias de estudo e por garantir que eu tivesse as condições necessárias para persistir, mesmo quando o cansaço e os desafios pareciam maiores.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), pela oportunidade de realização desta pós-graduação e pela contribuição para o meu crescimento acadêmico e profissional; em especial à coordenadora do curso, Hannah, pela dedicação, atenção e cuidado ao longo dessa trajetória.

Ao meu orientador, professor Alecio Soares Silva, expresso minha profunda e sincera gratidão. Sua humanidade, compreensão e disponibilidade fizeram toda a diferença em minha jornada. Agradeço imensamente por sua sensibilidade e por compreender a realidade de quem reside na zona rural; sua postura diante dos meus obstáculos tecnológicos e geográficos foi fundamental para a concretização deste trabalho. Sua postura acolhedora e seu compromisso com a orientação foram essenciais para que eu pudesse concluí-lo. E aos professores Renata Drummond Marinho Cruz e Ailton Diniz de Oliveira, por terem aceitado participar da banca examinadora, bem como por todas as contribuições que, certamente, trarão para este trabalho.

Às minhas colegas de curso, companheiras desde a graduação, compartilhar essa trajetória com vocês tornou tudo mais leve. Obrigada pelo companheirismo, apoio e troca de experiências, por serem um amparo desde o início da minha jornada acadêmica.

Por fim, reconheço que a construção deste trabalho não foi um percurso fácil. Ao longo dessa trajetória, enfrentei desafios pessoais e emocionais significativos, momentos de ansiedade e diversas dificuldades estruturais. Ainda assim, cada obstáculo contribuiu para o meu crescimento e fortalecimento, tornando esta conquista ainda mais significativa.

RESUMO

A presente pesquisa investiga a interdisciplinaridade entre Matemática e Biologia, focando na matemática básica como um potencial obstáculo para a compreensão da genética mendeliana no Ensino Médio. O estudo parte da premissa de que o domínio de conceitos como probabilidade e raciocínio lógico é essencial para o entendimento das leis da hereditariedade, mas que lacunas no conhecimento prévio dos estudantes comprometem a construção de uma aprendizagem significativa. O objetivo geral consistiu em analisar como os livros didáticos de Biologia e Matemática aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD 2026) apresentam e articulam os conceitos de probabilidade e genética. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza documental, com caráter descritivo-analítico, que examinou uma amostra de seis obras (três de cada área) sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da pedagogia crítica de Paulo Freire. Os resultados indicam que as obras de Matemática ainda se ancoram predominantemente no modelo clássico de Laplace, restringindo-se a espaços amostrais finitos e equiprováveis, o que limita uma compreensão mais ampla da probabilidade. Nos livros de Biologia, observou-se que a probabilidade é tratada de forma instrumental e pontual, muitas vezes implícita, sem uma exploração sistemática de seu papel como fundamento explicativo dos fenômenos genéticos. Adicionalmente, detectaram-se inconsistências técnicas em recursos visuais, como heredogramas e quadros de Punnett, em parte do material analisado. As considerações finais apontam que a articulação interdisciplinar entre as áreas é incipiente e fragmentada nos manuais didáticos. Conclui-se que a estruturação atual dos conteúdos favorece uma aprendizagem mecânica ou determinística, reforçando a necessidade de estratégias pedagógicas que promovam uma integração mais profunda e crítica entre a linguagem matemática e os fenômenos biológicos para superar o ensino compartimentalizado.

Palavras-chave: Genética Mendeliana; Probabilidade; Livro Didático; Aprendizagem Significativa; Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This research investigates the interdisciplinarity between Mathematics and Biology, focusing on basic mathematics as a potential obstacle to understanding Mendelian genetics in high school. The study starts from the premise that mastering concepts such as probability and logical reasoning is essential for understanding the laws of heredity, but that gaps in students' prior knowledge compromise the construction of meaningful learning. The general objective was to analyze how Biology and Mathematics textbooks approved by the National Textbook and Didactic Material Program (PNLD 2026) present and articulate the concepts of probability and genetics. Methodologically, this is a qualitative, documentary research with a descriptive-analytical character, which examined a sample of six works (three from each area) from the perspective of Ausubel's Theory of Meaningful Learning and Paulo Freire's critical pedagogy. The results indicate that mathematics textbooks are still predominantly anchored in the classical Laplace model, restricting themselves to finite and equiprobable sample spaces, which limits a broader understanding of probability. In biology textbooks, it was observed that probability is treated in an instrumental and punctual way, often implicitly, without a systematic exploration of its role as an explanatory foundation for genetic phenomena. Additionally, technical inconsistencies were detected in visual resources, such as pedigrees and Punnett squares, in some of the analyzed material. The final considerations point out that the interdisciplinary articulation between the areas is incipient and fragmented in textbooks. It is concluded that the current structuring of the content favors mechanical or deterministic learning, reinforcing the need for pedagogical strategies that promote a deeper and more critical integration between mathematical language and biological phenomena to overcome compartmentalized teaching.

Keywords: Mendelian Genetics; Probability; Textbook; Meaningful Learning; Interdisciplinarity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Justificativa	10
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
2 METODOLOGIA	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Aprendizagem Significativa e o Papel do Conhecimento Prévio	15
3.2 Interdisciplinaridade Entre Matemática e Genética na Perspectiva da Aprendizagem Significativa.....	16
3.3 Livro Didático, PNLD e o Viés Político das Políticas Públicas Educacionais .	17
3.4 A Contribuição de Paulo Freire e a Educação Crítica.....	18
3.5 Críticas ao Novo Ensino Médio, À BNCC e ao Uso Dos Livros Didáticos.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 Livros de Matemática	21
4.1.1 Algumas considerações sobre os livros de Matemática	27
4.2 Livros de Biologia	29
4.2.1 Algumas considerações sobre os livros de Biologia.....	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A genética foi consolidada como campo científico no início do século XX, após o reconhecimento dos estudos do frade Gregor Mendel, fundamentada nos resultados apresentados em sua obra *Versuche über Pflanzen-Hybriden* (Mendel, 1866), na qual Mendel descreve experimentos realizados com ervilhas, por meio da observação das características transmitidas entre gerações. Devido aos seus experimentos, Mendel evidenciou que existia um padrão básico de estatística na hereditariedade dos indivíduos, demonstrando a necessidade da aplicação de conceitos matemáticos, o que impulsionou a integração da matemática e da genética (Morais; Pereira, 2019).

A Matemática, além de ser um componente curricular e uma área do conhecimento, pode ser considerada como uma linguagem universal, apresentando-se como uma ferramenta capaz de descrever fenômenos naturais e científicos e de permitir uma comunicação precisa e objetiva dos fenômenos naturais. Com relação à genética mendeliana, o domínio de habilidades matemáticas é essencial para a compreensão dos princípios que regem as heranças genéticas (Pontes, 2019).

Alguns autores, como (Borges, 2017), apontam que dificuldades de aprendizagem da genética e a falta de conexão entre novos conhecimentos e o conhecimento prévio dos alunos, estão associadas à sua interdisciplinaridade, considerada complexa pelos estudantes, uma vez que envolve cálculos matemáticos, física, lógica e interpretação de texto com vocabulário específico. Em Belmiro e Barros (2017), foi realizado um estudo com 208 pré-universitários de três escolas, o qual mostrou que, embora todos os alunos da pesquisa possuíssem conhecimentos sobre genética, metade dos alunos errou ao calcular a probabilidade real de um acontecimento no cruzamento genético. Dentre esses erros, foram identificadas multiplicação incorreta de frações e equívocos interpretativos, evidenciando que o conhecimento prévio sobre genética não é suficiente para resolução de questões que envolvem a matemática.

Apesar do conhecimento prévio que os alunos podem ter sobre genética mendeliana, observam-se dificuldades na resolução de exercícios envolvendo a probabilidade, possivelmente causadas pela distinta forma como os conceitos

matemáticos são apresentados nos livros didáticos. Diante deste cenário, surge a seguinte questão: *como os livros didáticos de biologia e matemática do Ensino Médio apresentam a probabilidade e como essa abordagem pode influenciar na compreensão da genética mendeliana?*

Por se tratar de uma análise de livros didáticos, este estudo se propõe como uma investigação objetiva e prática, permitindo muitas conexões com o contexto do ensino.

1.1 Justificativa

A justificativa para a realização deste trabalho se dá pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre os fatores que interferem na aprendizagem da genética mendeliana no Ensino Médio, principalmente no que se refere às dificuldades dos estudantes em conteúdos de matemática básica. A genética mendeliana exige a mobilização de conceitos matemáticos, tais como probabilidade, porcentagem, proporção, análise combinatória, números racionais e naturais, equações do primeiro grau, bem como a interpretação de gráficos e tabelas. Estudos indicam a necessidade desses conhecimentos para resolução de problemas genéticos, em especial os mendelianos, evidenciando que a dificuldade nessa área pode comprometer a aprendizagem dos conteúdos genéticos (MORAIS; PEREIRA, 2019).

Diante desse cenário, o livro didático ganha centralidade por constituir o principal recurso didático em sala de aula, atuando como o mediador direto entre o currículo e a aprendizagem dos estudantes. Uma vez que esse material frequentemente funciona como orientador da prática docente, investigar como ele articula as ferramentas matemáticas e biológicas torna-se fundamental.

Dessa forma, a relevância deste estudo pode ser analisada a partir de cinco perspectivas distintas, porém interligadas: perspectiva pessoal, política, social, cultural e pedagógica.

Inicialmente, na perspectiva pessoal, este estudo busca contribuir com investigações relevantes no campo da Educação em Ciências, especialmente no que se refere à articulação entre a matemática básica e o ensino da genética mendeliana no Ensino Médio. Essa perspectiva emerge do envolvimento da pesquisadora com a área educacional e do interesse em compreender como as dificuldades matemáticas dos estudantes podem interferir na aprendizagem de

conteúdos biológicos que demandam raciocínio lógico, interpretação de dados e cálculo de probabilidades.

Além disso, a escolha do tema está relacionada à vivência acadêmica desta pesquisadora, que possibilitou a observação de obstáculos recorrentes enfrentados pelos alunos na resolução de problemas genéticos, mesmo quando demonstram conhecimento conceitual sobre hereditariedade. Tal realidade evidencia a necessidade de refletir sobre práticas pedagógicas e materiais didáticos que favoreçam uma abordagem mais integrada entre matemática e biologia, superando o ensino fragmentado e contribuindo para a construção de uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Na perspectiva política, a relevância deste estudo está relacionada ao papel do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), responsável por selecionar e distribuir os livros utilizados nas escolas públicas brasileiras. Embora o PNLD busque garantir qualidade e padronização do ensino, o número restrito de editoras e obras aprovadas tende a direcionar o currículo para determinadas concepções pedagógicas e abordagens de conteúdo. Assim, os livros didáticos acabam influenciando diretamente como os alunos compreendem o mundo e o conhecimento científico. Analisar criticamente esses materiais, especialmente no que se refere à articulação entre matemática e genética, permite refletir sobre como as decisões curriculares impactam a formação dos estudantes e suas oportunidades de aprendizagem.

Do ponto de vista social, compreender a relação entre matemática e genética contribui para a formação de alunos mais críticos e autônomos, capazes de interpretar informações científicas presentes no cotidiano, como testes genéticos, probabilidades de herança e questões relacionadas à saúde e à biotecnologia. A dificuldade em matemática pode acentuar desigualdades educacionais, uma vez que limita o acesso dos estudantes à compreensão plena de conteúdos científicos relevantes. Dessa forma, investigar essa relação é fundamental para promover uma educação mais equitativa, que possibilite aos alunos participar de forma consciente e informada da sociedade.

Sob a perspectiva cultural, o conhecimento científico, incluindo a matemática e a biologia, é compreendido como uma construção histórica e social. Os livros didáticos, enquanto produtos culturais, carregam valores, concepções e formas específicas de interpretar o conhecimento. Assim, ao analisar como os conteúdos

matemáticos são apresentados no contexto da genética mendeliana, este estudo contribui para a reflexão sobre como determinadas formas de ensinar e aprender são naturalizadas no ambiente escolar, influenciando a maneira como os estudantes atribuem significado aos conceitos científicos e constroem sua relação com o saber.

Na perspectiva pedagógica, este estudo se justifica pela necessidade de fortalecer práticas interdisciplinares no Ensino Médio, especialmente entre Matemática e Biologia. A análise dos livros didáticos pode fornecer subsídios para a criação de estratégias pedagógicas que promovam a integração entre essas áreas do conhecimento, favorecendo a aprendizagem significativa da genética mendeliana. Ao compreender como os conceitos de probabilidade são apresentados e articulados nos materiais didáticos, torna-se possível propor abordagens que superem o ensino fragmentado e mecanizado, contribuindo para um processo de ensino-aprendizagem mais contextualizado, reflexivo e eficaz.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar como os livros didáticos de Biologia e Matemática do Ensino Médio apresentam e articulam os conceitos de probabilidade e genética mendeliana, identificando potencialidades e lacunas para propor estratégias pedagógicas interdisciplinares que favoreçam a aprendizagem significativa desses conteúdos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Examinar a apresentação do conceito de probabilidade, bem como sua definição nos livros didáticos de matemática aprovados no PNLD (Ensino Médio);
- Analisar a relação entre a genética mendeliana e o conceito de probabilidade a partir de sua abordagem nos livros didáticos do Ensino Médio aprovados pelo PNLD;
- Verificar a presença de elementos interdisciplinares nos livros didáticos que possibilitem a conexão entre a probabilidade e a genética mendeliana;
- Identificar lacunas conceituais nos materiais didáticos que dificultem o aprendizado da genética mendeliana.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma abordagem qualitativa, de natureza básica e com objetivos descritivo-analíticos. Nela, temos um estudo documental, uma vez que se fundamentou na análise de materiais já produzidos, especificamente, livros didáticos de Matemática e Biologia destinados ao Ensino Médio.

A amostra foi composta por seis livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2026, sendo três obras da área de Matemática e três da área de Biologia, os quais apresentamos na Tabela 1, a seguir. Os materiais foram selecionados a partir do acervo disponível na plataforma digital e-Docente, considerando-se as obras acessíveis no referido ambiente no momento da coleta de dados.

Quadro 1: Livros analisados para desenvolvimento da pesquisa.

Obra	Autores	Volume/Ano	Editora	Recorte analisado
Moderna Plus - Matemática Paiva	Manoel Paiva, Ewerton Paiva e Beto Paiva.	v. 3, 2024	Moderna	Cap. 1, p. 10-37.
Identidade Saraiva - Matemática	Gelson Iezzi, David Degenszajn, Marcio Tamari e Guilherme Pasmanik.	v. 3, 2024	Saraiva	Unidade 4, Cap. 8, p. 196-225.
Do seu jeito - Matemática.	Luiz Roberto Dante e Fernando Viana.	v. 3, 2024	Ática	Unidade 3, Cap. 2, p. 154-187.
Ciência Viva - Biologia	Danusa Munford, Luiz Gustavo Franco Silveira e Santer Alvares de Matos.	volume único, 2024.	Scipione	Unidade 2, Cap. 5, p. 109-126.
Identidade Saraiva - Biologia	Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca.	volume único, 2024.	Saraiva	Unidade 6, Tema 18 p. 288-298.
Do Seu Jeito - Biologia	Luciane Lazzarini, Vilmarise Bobato e Lauro Tozetto Neto.	volume único, 2024	Ática	Unidade 6, Cap. 22, p. 334-348.

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

A seleção das obras analisadas ocorreu a partir de um levantamento prévio dos sumários dos livros didáticos disponíveis na plataforma. Nesse processo, procedeu-se à leitura sistemática dos índices e da organização interna de cada obra, com o objetivo de identificar a presença dos conteúdos de interesse da pesquisa. Além de terem sido selecionados, para compor nossa análise, apenas os livros que apresentavam, de forma explícita em seus sumários, os temas de probabilidade nos livros de Matemática e de genética mendeliana nos livros de Biologia.

A pesquisa assumiu caráter comparativo, ao analisar como o conceito de probabilidade foi abordado nos livros de Matemática e como esse mesmo conceito foi mobilizado nos livros de Biologia, especialmente no tratamento da genética mendeliana. Buscamos, dessa forma, identificar aproximações, distanciamentos e possíveis lacunas na articulação entre essas áreas do conhecimento. Para a análise dos dados, definimos categorias analíticas com base no referencial teórico adotado, dentre as quais se destacaram:

- *a forma de apresentação do conceito de probabilidade nos livros de Matemática;*
- *o uso e a aplicação da probabilidade nos conteúdos de genética mendeliana nos livros de Biologia;*
- *o nível de articulação interdisciplinar entre as duas áreas;*
- *a clareza e a acessibilidade dos conceitos apresentados.*

O procedimento metodológico consistiu na leitura analítica e interpretativa dos capítulos selecionados, com foco nos conteúdos de probabilidade e genética mendeliana. Foram examinados textos introdutórios, exemplos e propostas didáticas, buscando compreender de que maneira os conceitos foram apresentados e quais demandas cognitivas foram impostas aos estudantes. Esta análise foi conduzida à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003), bem como das contribuições da interdisciplinaridade e da pedagogia crítica, permitindo uma reflexão sobre como a organização dos conteúdos nos livros didáticos, e a forma como tais conteúdos são apresentados, podem favorecer ou dificultar a aprendizagem da genética mendeliana, especialmente no que se refere à mobilização de conhecimentos matemáticos prévios. Por fim, por se tratar de uma pesquisa documental, não houve envolvimento de participantes humanos, portanto, destacamos não ter sido necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A forma como os conteúdos são organizados, apresentados e contextualizados em materiais como o livro didático influencia diretamente a construção do conhecimento pelos estudantes, especialmente no que se refere à articulação entre Matemática e Genética mendeliana. Assim, nesta seção, propõe-se uma discussão sobre aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da pedagogia crítica de Paulo Freire, buscando a apropriação de ferramentas que permitam fundamentar uma análise crítica, a qual é feita considerando também as implicações das políticas públicas educacionais, como o PNLD e a BNCC.

3.1 Aprendizagem Significativa e o Papel do Conhecimento Prévio

A aprendizagem não se constrói de forma neutra ou isolada, mas a partir das experiências e conhecimentos que o estudante já possui, bem como da maneira como os novos saberes se articulam a essas estruturas cognitivas. Nessa perspectiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, parte do princípio de que o fator mais relevante para a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, cabendo ao ensino estabelecer relações substantivas entre o novo conhecimento e os conceitos previamente construídos (Ausubel, 2003).

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem torna-se significativa quando novas informações encontram pontos de ancoragem em conceitos relevantes e relativamente estáveis da estrutura cognitiva do sujeito, denominados subsunçores. Quando essa relação não se estabelece, o aprendizado tende a assumir um caráter mecânico, marcado pela memorização temporária e pela baixa capacidade de transferência do conhecimento para novas situações (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978). Desse modo, quando o estudante apresenta fragilidades na matemática básica, os conceitos genéticos deixam de encontrar sustentação cognitiva adequada, comprometendo a aprendizagem significativa. As dificuldades em interpretar cruzamentos genéticos, calcular probabilidades ou compreender proporções hereditárias não se explicam apenas pela complexidade da genética, mas também pelas lacunas existentes na construção dos conhecimentos matemáticos que deveriam dar suporte a esses conteúdos.

3.2 Interdisciplinaridade Entre Matemática e Genética na Perspectiva da Aprendizagem Significativa

A genética mendeliana constitui um campo exemplar da articulação entre Biologia e Matemática, uma vez que seus princípios fundamentais envolvem raciocínio lógico, análise quantitativa e cálculo probabilístico. As Leis de Mendel, por exemplo, exigem do estudante a mobilização integrada de conhecimentos dessas duas áreas para que os fenômenos hereditários possam ser compreendidos de forma coerente, especialmente no que se refere à interpretação de proporções e probabilidades nos cruzamentos genéticos (Belmiro; Barros, 2017; Morais; Pereira, 2019).

Entretanto, quando esses conteúdos são apresentados de maneira fragmentada, sobretudo nos livros didáticos, o processo de aprendizagem tende a se tornar descontextualizado e pouco significativo. A dissociação entre os conceitos matemáticos e biológicos dificulta a compreensão dos fenômenos genéticos e contribui para a matemática ser percebida pelos estudantes como um obstáculo ao aprendizado da genética, e não como uma linguagem explicativa indispensável (Bittencourt, 2011).

Nesse sentido, a interdisciplinaridade não deve ser compreendida como uma simples sobreposição de conteúdos, mas como uma estratégia pedagógica que favorece a construção de significados e a superação da fragmentação do conhecimento escolar (Fazenda, 2011). Ao reconhecer a funcionalidade da matemática na explicação de fenômenos biológicos, o estudante amplia sua compreensão conceitual e fortalece suas estruturas cognitivas, condição fundamental para que a aprendizagem se torne efetivamente significativa no Ensino Médio (Ausubel, 2003).

Dessa forma, a interdisciplinaridade entre conceitos da matemática e a genética, compreendida à luz da aprendizagem significativa, não se limita a uma escolha metodológica do professor em sala de aula, mas depende diretamente das condições materiais e curriculares que orientam o ensino. A possibilidade de articular conceitos matemáticos e biológicos de maneira integrada está fortemente condicionada à forma como esses conteúdos são organizados, apresentados e contextualizados nos materiais didáticos utilizados pelos estudantes. Nesse sentido, compreender como o conhecimento é estruturado nos livros didáticos

torna-se um passo fundamental para analisar as potencialidades e limitações da interdisciplinaridade no ensino da genética mendeliana.

3.3 Livro Didático, PNLD e o Viés Político das Políticas Públicas Educacionais

É nesse contexto que o livro didático assume papel central no processo educativo, especialmente nas escolas públicas brasileiras, onde frequentemente se configura como o principal (às vezes o único) recurso pedagógico disponível. A organização dos conteúdos, as escolhas conceituais e a presença ou ausência de articulações interdisciplinares nos livros não são decisões neutras, mas resultam de políticas públicas educacionais que orientam sua produção, seleção e distribuição. O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), enquanto política pública, exerce influência direta sobre as abordagens pedagógicas que chegam às salas de aula, tornando-se um elemento-chave para compreender como a matemática e a biologia são tratadas de forma integrada ou fragmentada no Ensino Médio (Neto; Fracalanza, 2003).

Embora o PNLD tenha como propósito garantir o acesso a materiais didáticos de qualidade, sua organização não está dissociada de disputas políticas, ideológicas e pedagógicas. A seleção das obras aprovadas reflete determinadas concepções de currículo, de ciência e de educação que são institucionalmente legitimadas, influenciando a forma como os conhecimentos são estruturados e apresentados aos estudantes. Dessa forma, o livro didático não pode ser compreendido como um material neutro, mas como um produto cultural e político, situado historicamente (Choppin, 2004).

A análise das obras aprovadas pelo PNLD permite, portanto, problematizar não apenas aspectos conceituais e metodológicos, mas também as escolhas políticas que orientam a maneira como a matemática e a biologia são abordadas de forma integrada ou fragmentada. A ausência de propostas interdisciplinares consistentes pode revelar uma concepção de ensino compartimentalizada, que dificulta a construção de aprendizagens significativas e contextualizadas (Choppin, 2004).

3.4 A Contribuição de Paulo Freire e a Educação Crítica

Quando olhamos para o ensino de matemática e genética, precisamos ir além das fórmulas e dos nomes difíceis. Precisamos nos perguntar sobre que tipo

de educação estamos oferecendo aos nossos estudantes. Não podemos tratar o ensino como uma simples “entrega de conteúdo” técnica e fria. Aprender é, sem dúvidas, um ato social e político. É aqui que as ideias de Paulo Freire fazem toda a diferença. Pois, elas nos lembram que educar é, acima de tudo, dialogar.

O conhecimento precisa fazer sentido na vida do aluno. Quando analisamos um material escolar, o que buscamos saber é se ele está apenas repetindo modelos antigos e automáticos ou se está realmente ajudando o estudante a pensar por si próprio e a se tornar alguém comprometido com a sociedade. Nesse sentido, a perspectiva crítica da educação, defendida por Paulo Freire, oferece um contraponto fundamental às abordagens tecnicistas que ainda marcam muitos materiais didáticos. Para Freire, o ensino não deve se restringir à transmissão de conteúdos, mas promover a problematização da realidade, o diálogo e a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender e transformar o mundo em que vivem (Freire, 1996).

No ensino de ciências e matemática, essa concepção implica a superação de práticas bancárias, nas quais o estudante assume uma posição passiva diante do conhecimento, e a adoção de estratégias pedagógicas que favoreçam a compreensão crítica dos conteúdos e de seus usos sociais (Freire, 1987). A genética, enquanto campo científico permeado por implicações éticas, sociais e políticas, constitui um espaço privilegiado para esse tipo de abordagem, especialmente quando articulada à matemática como linguagem explicativa dos fenômenos naturais e como instrumento de leitura crítica da realidade (Skovsmose, 2001).

Ao dialogar com a Teoria da Aprendizagem Significativa, a pedagogia freireana reforça a importância do contexto, da experiência do estudante e da intencionalidade pedagógica no processo educativo. A integração entre matemática e genética, mediada por uma prática crítica e contextualizada, contribui não apenas para a compreensão conceitual dos conteúdos, mas também para a formação de cidadãos capazes de interpretar dados, probabilidades e informações de maneira crítica e consciente, superando aprendizagens meramente mecânicas (Ausubel, 2003).

Dessa forma, o presente estudo fundamenta-se na articulação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa, a pedagogia crítica de Paulo Freire e a compreensão do livro didático como instrumento político-pedagógico no âmbito do

PNLD. Essa base teórica sustenta a investigação sobre como a abordagem da probabilidade nos livros de matemática e biologia pode favorecer ou dificultar a aprendizagem da genética mendeliana, evidenciando a necessidade de propostas interdisciplinares que promovam aprendizagens significativas, críticas e socialmente contextualizadas (Bittencourt, 2011; Brasil, 2023).

3.5 Críticas ao Novo Ensino Médio, À BNCC e ao Uso Dos Livros Didáticos

Desde que foi instituído pela Lei nº 13.415/2017, o Novo Ensino Médio (NEM) e sua operacionalização via BNCC geraram intensos debates. Diversos estudos apontam que a reforma foi percebida pelos docentes como um processo verticalizado e apressado, resultando em manifestação de rejeição e estranhamento na organização do trabalho pedagógico (Benegreiros; Uggioni; Madeira, 2023; Francisco; Uggioni, 2022). Esse distanciamento democrático gerou amplas críticas de entidades científicas e movimentos educacionais, que denunciaram a ruptura com a formação humana integral em prol de uma lógica pragmática e gerencial, que tensiona diretamente a autonomia do professor (Jakimiu, 2023).

O reflexo mais imediato dessa política deu-se no esvaziamento dos conteúdos disciplinares tradicionais, especialmente nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática. A literatura sobre o tema evidencia que a organização por áreas de conhecimento e competências, consolidada nos materiais do **PNLD 2021**, provocou uma nítida perda de profundidade conceitual. O trabalho sistemático com conceitos estruturantes foi frequentemente substituído por projetos genéricos ou atividades excessivamente contextualizadas, frequentemente interpretadas pelos docentes como uma pedagogia de resultados mínimos voltada a demandas do mercado (Francisco; Uggioni, 2022; Jakimiu, 2023).

Como consequência direta desse cenário de fragmentação e inadequação dos materiais à realidade escolar, os estudos mapearam um movimento de resistência ativa e recontextualização: muitos professores passaram a escantear ou abandonar os livros didáticos desse ciclo inicial, recorrendo a apostilas, materiais autorais e recursos digitais para preservar o rigor epistemológico e a qualidade do ensino (Benegreiros; Uggioni; Madeira, 2023; Jakimiu, 2023). Longe de ser um desuso passivo, o abandono temporário configurou-se como um gesto político, no qual o docente retoma para si o papel de intelectual e mediador do currículo

(Francisco; Uggioni, 2022).

É fundamental ressaltar, todavia, que esse panorama de amplo debate, crítico e rejeição docente fundamenta-se, majoritariamente, nas experiências decorrentes do PNLD 2021 e da implementação inicial do NEM. Atualmente, o cenário educacional nacional passa por reconfigurações decorrentes das revisões normativas dessas políticas públicas. Desse modo, as obras que integram o PNLD 2026 já passam a refletir os novos rearranjos curriculares que visam mitigar a fragmentação anterior, demandando investigações contínuas sobre como a articulação entre conceitos biológicos e matemáticos se materializa nesses novos manuais didáticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no conjunto de obras aprovadas no PNLD 2026, nos componentes curriculares Matemática e Biologia, os quais se enquadram, respectivamente, nas áreas “Matemática e suas Tecnologias” e “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, foram analisados os materiais didáticos correspondentes. As obras foram consultadas em formato digital, disponibilizadas na plataforma oficial do PNLD (BRASIL, 2025), o que possibilitou uma análise detalhada tanto da organização didática quanto das escolhas conceituais adotadas pelos autores. Na análise inicial de cada obra, foram analisados os livros nos quais houvesse a presença dos objetos de conhecimento probabilidade, nos livros de Matemática, e genética mendeliana, nos livros de Biologia. No que se refere à organização dos materiais, observamos que os livros de Matemática são estruturados em volumes, sendo o conceito de probabilidade apresentado no volume 3, o que indica sua abordagem na terceira série do Ensino Médio. Por sua vez, os livros de Biologia apresentam-se como exemplares de volume único.

4.1 Livros de Matemática

No que se refere aos materiais de Matemática, foram analisadas as obras *Moderna Plus: Matemática* (PAIVA, 2024), *Identidade: Matemática* (IEZZI et al., 2024) e *Do seu jeito: Matemática* (DANTE; VIANA, 2024), todas estruturadas em volumes, com o conteúdo de probabilidade localizado no volume 3, o que indica sua abordagem na terceira série do Ensino Médio.

No livro de Matemática *Moderna Plus - Matemática Paiva*, volume 3, Paiva (2024), o primeiro capítulo é destinado ao assunto de probabilidade, apresentando um total de 28 páginas, da introdução do capítulo às verificações de aprendizagem. A apresentação do conteúdo é abordada com uma contextualização sociocientífica, trazendo uma discussão sobre a COVID-19 para aproximar o conceito de probabilidade às vivências dos alunos. Embora o assunto seja atual e potencialmente motivador, a compreensão do exemplo exige do estudante uma interpretação simultânea de diferentes porcentagens associadas aos conceitos de sensibilidade e especificidade do teste diagnóstico para COVID-19. Esses dados são apresentados de forma condensada no texto, sem o apoio imediato de exemplos numéricos ou representações gráficas que facilitem a interpretação.

O capítulo apresenta um parágrafo que trata da origem da probabilidade com a clássica situação de jogos de azar. Bem como, apresenta uma explicação conceitual e intuitiva para a definição de probabilidade, destacando os experimentos aleatórios, seu espaço amostral e eventos. Ao apresentar tais conceitos, a obra utiliza exemplos de algumas situações, como o lançamento de dados e moedas, representado essencialmente por meio de conjuntos e do uso da linguagem da Teoria dos Conjuntos.

Ao apresentar a definição de probabilidade, a obra se limita aos casos de espaços amostrais equiprováveis e finitos.

3. Definição de probabilidade

Sejam E um espaço amostral equiprovável, finito e não vazio, e A um evento desse espaço amostral. A probabilidade de ocorrer o evento A , indicada por $P(A)$, é definida por:

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(E)},$$

em que $n(A)$ e $n(E)$ indicam, respectivamente, o número de elementos de A e de E .

Fonte: Paiva (2024).

Para fixar o conceito, são apresentados exercícios resolvidos envolvendo a probabilidade com lançamentos de dado, uma e duas moedas. Em seguida, o capítulo propõe oito exercícios a serem resolvidos pelos alunos. O livro apresenta a propriedade das probabilidades com uma linguagem totalmente matemática, reforçando a necessidade de um professor para explicar a linguagem matemática e facilitar a compreensão.

A definição de probabilidade apresentada por Paiva (2024), baseada na razão $P(A) = \frac{n(A)}{n(E)}$, está fundamentada no modelo clássico de Laplace, o qual pressupõe que o espaço amostral seja finito e equiprovável. Embora essa abordagem seja didaticamente acessível e adequada em contextos introdutórios, ela apresenta limitações conceituais importantes.

Primeiro, a definição restringe-se a espaços equiprováveis, não contemplando situações em que os resultados possuem probabilidades distintas. Esse ponto torna-se ainda mais evidente no comentário subsequente do livro, ao afirmar que, “a menos que se especifique, os dados serão considerados honestos” e que moedas também serão tratadas como honestas. Tal suposição, embora facilite a resolução de exercícios, reforça uma visão simplificada da probabilidade, podendo levar o estudante a associar o conceito apenas a cenários ideais de equiprobabilidade.

Em segundo lugar, a definição apresentada é limitada a espaços amostrais finitos, o que impede sua aplicação em contextos mais gerais, como experimentos com espaços infinitos ou contínuos, por exemplo, na modelagem de variáveis aleatórias contínuas. Nesse sentido, a formulação apresentada não abrange a concepção moderna de probabilidade, baseada nos axiomas de Kolmogorov, a qual permite tratar tanto espaços finitos quanto infinitos, equiprováveis ou não.

Assim, embora a definição adotada por Paiva (2024) seja adequada como ponto de partida pedagógico, sua utilização sem a devida problematização pode restringir a compreensão do estudante sobre a natureza mais ampla e abstrata do conceito de probabilidade. Mais criticamente, esse tipo de abordagem pode ser potencialmente enganosa no processo de formação conceitual do estudante. Ao restringir-se a exemplos nos quais a definição clássica funciona perfeitamente, cria-se a impressão de que o conceito de probabilidade foi plenamente compreendido. No entanto, tal compreensão pode ser apenas aparente, uma vez que não contempla os limites e as condições de validade dessa definição. Assim, o estudante pode acreditar que domina o conceito de probabilidade quando, na verdade, sua compreensão está condicionada a casos particulares e idealizados.

O livro *Identidade* da editora Saraiva-Matemática, volume III, lezzi *et al.* (2024), aborda o tema probabilidade apenas no capítulo 8, o qual abrange 30 páginas. A introdução do conceito é feita por meio da contextualização de

fenômenos aleatórios e determinísticos, utilizando a previsão do tempo e a ebulição da água como exemplo. Ao final da introdução, são apresentados alguns exemplos de experimentos aleatórios, que são: lançamento de dado, moeda e retirada de carta de baralho. No que se refere à contextualização, a obra aborda a origem da probabilidade, mencionando exemplos de suas aplicações e citando, de maneira interdisciplinar, a biologia.

A abordagem da probabilidade apresentada por *lezzi et al.* (2024) articula, de forma consistente, a linguagem matemática formal com explicações em língua portuguesa, o que contribui para a construção de uma intuição inicial sobre o conceito. Observamos que a obra introduz progressivamente os elementos fundamentais, como fenômenos aleatórios, espaço amostral e eventos, por meio de exemplos contextualizados e descrições acessíveis, ao mesmo tempo em que formaliza essas ideias com notação matemática adequada. Essa integração entre linguagem simbólica e linguagem natural favorece a construção de significados iniciais por parte do estudante, funcionando como um importante suporte cognitivo no processo de aprendizagem.

Considerando a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa, (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978), essa estratégia didática pode ser interpretada como uma tentativa de ancoragem de novos conceitos em estruturas cognitivas pré-existentes. Ao mobilizar exemplos próximos do cotidiano, como lançamentos de moedas e dados, o livro busca estabelecer relações entre o conhecimento prévio do estudante e os novos conteúdos, favorecendo a assimilação significativa. No entanto, para que essa aprendizagem seja efetivamente significativa, é necessário que o estudante compreenda não apenas os exemplos apresentados, mas também as condições de validade e os limites do modelo utilizado.

Nesse sentido, embora o livro avance ao apresentar a probabilidade como uma atribuição de valores aos eventos elementares, respeitando propriedades fundamentais como não negatividade e soma unitária, sua formalização permanece restrita a espaços amostrais finitos. Tal limitação impede a ampliação do conceito para contextos mais gerais, como aqueles que envolvem espaços infinitos ou contínuos, o que evidencia um distanciamento em relação à formulação axiomática moderna da probabilidade.

Além disso, a predominância de exemplos idealizados, como experimentos

com objetos “não viciados”, ainda que didaticamente úteis, pode induzir a uma compreensão restrita do conceito. Sob a ótica Freiriana, essa abordagem pode ser problematizada na medida em que tende a apresentar o conhecimento de forma acabada e pouco questionada, aproximando-se de uma lógica transmissiva. A ausência de problematização das limitações do modelo pode dificultar o desenvolvimento de uma postura crítica por parte do estudante, reduzindo o aprendizado a uma reprodução de procedimentos.

Assim, embora a articulação entre linguagem matemática e linguagem natural constitua um ponto positivo relevante na obra de Iezzi *et al.* (2024), por favorecer a construção inicial de significados, a ausência de uma problematização mais profunda pode comprometer a consolidação de uma aprendizagem verdadeiramente significativa e crítica. Dessa forma, evidencia-se a importância de abordagens que, além de introduzir o conceito, também explicitem seus limites, promovendo uma compreensão mais ampla e reflexiva da probabilidade.

Já analisando o livro matemática *Do Seu Jeito*, da editora Ática, Dante e Viana (2024), foi possível observar que os objetos de conhecimento são segregados por unidades e o assunto probabilidade está localizado na unidade três, mais precisamente no capítulo dois, página 154. O capítulo apresenta o total de 34 páginas.

A abordagem inicial é por meio de uma situação-problema sociocientífica de uma produção de medicamentos. Ao final da página, são feitas perguntas de probabilidade sem nenhuma explicação prévia. Logo em seguida, na introdução, é apresentada uma situação sociotécnica envolvendo um sorteio de um telefone através das redes sociais. O exemplar apresenta o conceito de probabilidade antes de outras definições. Diferente dos livros anteriores, não é utilizada uma linguagem matemática para tal, porém, na seção “Formalizando o conceito de probabilidade”, não é exposta a definição, mas a etimologia da palavra e uma contextualização de suas utilizações. Após essa definição, o livro segue com exercícios, apresentação de conceitos como espaço amostral e evento, com exemplos contextualizados em jogos de cartas, leitura de horas e lançamento de dados, só então apresenta formalmente uma fórmula para calcular a probabilidade, de uma forma simples e explícita. Os autores buscam contextualizar a noção de probabilidade, apresentando um recorte histórico do surgimento do conceito. Na página 171, é formalizada a definição de probabilidade, unindo-a com suas propriedades.

No final do capítulo, o livro aborda a aplicação de probabilidade à genética, apresentando que, do ramo da biologia, é o que mais utiliza a teoria da probabilidade. Para isso, de forma bastante razoável, os autores relembram o conceito de cromossomos, genes e alelos. Para, em seguida, apresentar um exemplo resolvido da primeira lei de Mendel, lei da segregação dos fatores.

Apesar deste trecho ser apresentado na seção complementar, cumpre uma importante função de interdisciplinaridade, contextualizando os cálculos matemáticos com outra área do conhecimento ou com situações do mundo real. Apresenta definições de gene, alelos, homozigose, heterozigose, dominância e recessividade, formação de gametas, fenótipos e genótipos.

A abordagem da probabilidade no livro *Do Seu Jeito* apresenta uma estrutura didática que busca articular exploração, formalização e aplicação do conceito. Inicialmente, o conteúdo é introduzido por meio de atividades investigativas, como na seção “Explore para descobrir”, nas quais o estudante é convidado a construir o espaço amostral e identificar eventos antes da formalização. Em seguida, a obra apresenta a definição clássica de probabilidade, baseada na razão entre casos favoráveis e possíveis, sob a hipótese de equiprobabilidade, e posteriormente introduz propriedades formais da probabilidade, aproximando-se de uma estrutura mais axiomática.

Sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, essa organização pode ser considerada potencialmente favorável à construção do conhecimento. A sequência que parte da exploração para a formalização permite que o estudante estabeleça relações entre experiências prévias e novos conceitos, favorecendo a ancoragem cognitiva. As atividades iniciais funcionam como organizadores prévios implícitos, possibilitando que o estudante atribua significado às ideias antes de sua formalização simbólica. Além disso, a variedade de contextos, como enquetes, jogos, baralhos e situações do cotidiano, contribui para aproximar o conteúdo da realidade do estudante, o que é coerente com os princípios da aprendizagem significativa.

Entretanto, essa potencialidade não se realiza plenamente sem limitações. A formalização inicial da probabilidade permanece ancorada no modelo clássico, assumindo, assim como nas outras obras, espaços amostrais finitos e equiprováveis. Ainda que o livro mencione estratégias para tratar espaços não discretos, como o uso de áreas, essa ampliação ocorre de maneira operacional,

sem uma reformulação conceitual mais ampla. Assim, o estudante pode não perceber que a definição apresentada possui condições específicas de validade, o que compromete a consolidação de uma aprendizagem verdadeiramente significativa, no sentido ausubeliano, pois o conceito não é integrado em sua generalidade.

Além disso, a forte presença de exemplos idealizados, como lançamentos de dados e escolhas aleatórias em contextos controlados, pode induzir a uma compreensão restrita do conceito de probabilidade. Mesmo quando o livro amplia os contextos para situações mais realistas, como questões relacionadas à saúde, fake news e decisões cotidianas, essas aplicações tendem a ser utilizadas mais como ilustração do conteúdo do que como objeto de problematização crítica.

Sob a perspectiva da educação crítica de Paulo Freire, essa abordagem apresenta limites importantes. Embora o livro proponha atividades em grupo e discussões, a problematização dos contextos sociais apresentados é relativamente superficial. As situações que envolvem temas socialmente relevantes não são exploradas em sua dimensão crítica, mas sim como meios para aplicar procedimentos matemáticos. Dessa forma, o conhecimento tende a ser tratado como algo a ser aplicado, e não questionado, o que pode aproximar a prática pedagógica de uma lógica transmissiva, ainda que mediada por atividades interativas.

Mais criticamente, essa forma de abordagem pode ser potencialmente enganosa no processo de formação conceitual. Ao apresentar uma sequência de atividades em que o modelo clássico funciona de maneira consistente e sem conflitos, cria-se a impressão de que o conceito de probabilidade foi plenamente compreendido. No entanto, essa compreensão pode ser apenas aparente, uma vez que não envolve a explicitação dos limites do modelo nem a confrontação com situações em que ele não se aplica diretamente. Assim, o estudante pode acreditar que domina o conceito, quando, na realidade, sua compreensão está condicionada a contextos específicos e pedagogicamente controlados.

Portanto, embora o livro *Do Seu Jeito* apresente avanços em relação a abordagens puramente expositivas, especialmente ao integrar exploração, linguagem acessível e formalização, sua proposta ainda necessita de uma problematização mais profunda, tanto do ponto de vista conceitual quanto crítico. Nesse sentido, a aprendizagem promovida tende a ser parcialmente significativa e

pouco crítica, evidenciando a necessidade de práticas que ampliem a reflexão sobre os limites, aplicações e implicações sociais do conceito de probabilidade.

4.1.1 Algumas considerações sobre os livros de Matemática

De modo geral, observa-se que as três obras analisadas apresentam diferenças significativas na organização didática e na construção do conceito de probabilidade. O livro de Paiva (2024), adota uma abordagem mais direta, introduzindo rapidamente a definição clássica e seus elementos associados, como espaço amostral e eventos, com forte apoio na linguagem matemática. Em contrapartida, lezzi *et al.* (2024) estruturam o conteúdo de forma mais gradual, articulando linguagem matemática e linguagem natural, o que favorece a construção de uma intuição inicial antes da formalização. Já Dante e Viana (2024) propõem uma inversão dessa lógica, iniciando o capítulo com situações-problema e atividades investigativas, introduzindo o conceito de probabilidade de forma intuitiva e retardando sua formalização. Essas diferenças evidenciam distintas concepções de ensino, desde aquelas abordagens que privilegiam a formalização precoce, até aquelas que buscam equilibrar intuição e rigor, bem como as que priorizam a construção exploratória do conhecimento.

Apesar dessas diferenças metodológicas, observa-se uma convergência importante entre as três obras no que diz respeito às limitações conceituais da definição de probabilidade adotada. Em todos os casos, a formalização do conceito permanece, predominantemente, ancorada no modelo clássico de Laplace, restrito a espaços amostrais finitos e equiprováveis.

Embora lezzi *et al.* (2024) avancem ao sugerir uma formulação mais geral por meio da atribuição de probabilidades aos eventos elementares, e Dante e Viana (2024) proponham uma construção mais intuitiva antes da formalização, nenhuma das obras desenvolvem de forma consistente a generalização do conceito para espaços não equiprováveis ou contínuos. Dessa maneira, a compreensão da probabilidade tende a permanecer associada a contextos idealizados, o que pode limitar a percepção do estudante acerca da abrangência e das condições de validade do conceito.

Sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, as três abordagens apresentam potencialidades distintas. A obra de lezzi *et al.* (2024) destaca-se pela articulação entre linguagem formal e explicações acessíveis,

favorecendo a ancoragem cognitiva. O livro de Dante e Viana (2024), ao priorizar situações-problema e atividades investigativas, aproxima-se da ideia de organizadores prévios, promovendo uma construção mais ativa do conhecimento. Já a obra de Paiva (2024), embora didaticamente objetiva, pode dificultar essa ancoragem ao introduzir precocemente a formalização.

No entanto, sob a ótica da educação crítica de Paulo Freire, observa-se que, em maior ou menor grau, as três obras apresentam limitações na problematização dos contextos apresentados, os quais são frequentemente utilizados como suporte para aplicação de procedimentos, e não como objetos de reflexão crítica. Como consequência, essas abordagens podem contribuir para uma compreensão apenas parcial do conceito de probabilidade, criando no estudante a sensação de domínio conceitual sem que haja, de fato, uma compreensão de seus limites, implicações e diferentes formas de interpretação.

4.2 Livros de Biologia

O livro do componente de Biologia, *Ciência Viva*, volume único (Munford et al., 2024), apresenta o conteúdo de heranças genéticas na unidade dois, capítulo cinco, com um total de 18 páginas, buscando inicialmente fazer uma contextualização envolvendo a seleção natural e o papel da genética na compreensão da hereditariedade. Em seguida, é proposta uma investigação, em grupo, para ser realizada na sala, a qual busca apresentar, de forma empírica, a aleatoriedade utilizando o lançamento de moedas. A partir disso, é buscada uma conexão com os exemplos matemáticos em que o lançamento de uma moeda está sempre presente para exemplificar a aplicação do conceito de probabilidade. Na explicação da primeira lei de Mendel, ao se referir às proporções de transmissão gênica, é usada a conotação (50%), o que, no ponto de vista conceitual, não é problema, pois 50% é equivalente a $\frac{1}{2}$, notação que passa a intuição de probabilidade por deixar explícita a proporção entre as medidas do evento e do espaço amostral. Essa escolha, embora não apresente erro conceitual, pode dificultar a compreensão do estudante, uma vez que a porcentagem tende a ser interpretada como uma frequência ou proporção empírica, e não necessariamente como a medida de chance associada à ocorrência de um evento. Assim, a ausência de uma explicitação do conceito de probabilidade pode enfraquecer a articulação

entre os conteúdos de genética e matemática.

Na seção “Previsões a partir de modelos”, por meio do uso de heredogramas, os autores apresentam situações naturais a serem analisadas, nas quais é necessário o uso da probabilidade para a obtenção das respostas propostas. Nela, eles definem probabilidade como “a chance de determinado evento ocorrer, entre dois ou mais eventos possíveis”. E, para a contextualização do conceito, é utilizada uma situação hipotética, contextualizada na biologia, envolvendo o albinismo. Observamos ainda que, diferente de outros materiais didáticos, não são apresentados exemplos clássicos da matemática, como lançamentos de moedas, dados ou cartas, sendo a abordagem centrada exclusivamente em contextos biológicos.

Além disso, a obra apresenta algumas inconsistências, tais como ao apresentar um heredograma e o quadro de Punnett, nos quais há dados divergentes do enunciado (Mumford *et al.*, p. 117). Enquanto o texto estabelece a mãe da personagem como heterozigota (Aa), a representação gráfica a define como albina (aa). Tal divergência induz a um erro no cálculo da probabilidade final, evidenciando a necessidade de uma revisão técnica rigorosa para que o recurso visual não contradiga a lógica mendeliana apresentada. No início da situação hipotética, eles deixam explícito que nenhum dos pais é albino; posteriormente, destacam que o pai de Daniel e a mãe de Bruna são heterozigóticos (Aa) para o gene do albinismo. O erro está no heredograma com os genes aa e no quadro de Punnett com o pai de Bruna como heterozigoto, sendo que ele é o homozigoto dominante (AA).

A segunda Lei de Mendel, ou Lei da segregação independente, apesar de na prática utilizar a probabilidade, não apresentou nenhum exemplo ou menção nesse sentido. Pois, as páginas destinadas à segunda lei de Mendel apresentam várias situações, como a cor e a textura das ervilhas serem independentes, as variações de cores dos olhos, o sistema ABO , coloração de determinadas flores, herança sexual e a hemofilia. Mas, em nenhuma dessas explicações foi utilizada a probabilidade, ou alguma situação que necessitasse de cálculos.

No livro *Identidade* da Editora Saraiva, volume único (Gewandsznajder & Pacco, 2024), o conteúdo de genética está na unidade seis, tema 18, com um total de 11 páginas. A introdução do capítulo inicia com um breve esclarecimento do termo genética, seus possíveis usos, correlaciona os usos equivocados para

justificar ações necropolíticas. Posteriormente, os autores tratam do DNA e RNA e fazem alguns questionamentos sobre ações cotidianas, como uma criança parecer mais com a mãe do que com o pai. Só então adentramos nas heranças mendelianas de fato. As explicações sobre os estudos de Mendel são colocadas de modo completo, com a forma da semente, sua textura, formas das vagens e suas cores, cores das flores e suas posições e os tamanhos das plantas.

Nesta obra, os autores explicam como acontece a autofecundação e a fecundação cruzada das ervilhas, o resultado desses cruzamentos. Após essas explicações, o livro apresenta as conclusões do trabalho de Mendel e o nomeia como a primeira Lei de Mendel ou Lei da segregação de um par de fatores ou ainda lei do monohibridismo, junto com uma explicação desta lei. O exemplar reforça que, para melhor compreensão, é necessária a revisão de temas anteriores, como divisão celular e reprodução, mas não faz nenhuma conexão com a importância da matemática. Durante toda a discussão sobre a primeira Lei de Mendel, não foi feito nenhum cálculo, apenas citada uma porcentagem de 25% de um cruzamento específico. Na introdução da segunda Lei de Mendel, é utilizado o quadro de Punnett e mostradas razões e resultados fenotípicos. Depois da explicação das duas leis de Mendel, foram apresentadas noções de probabilidade.

Nesse tópico, são apresentadas a frequência genética, as proporções genéticas e o quadro de Punnett, além de ser feita a conexão com o conceito de probabilidade. “Usamos para esses cálculos a teoria da probabilidade, uma teoria da Matemática que tem aplicações em várias ciências. Para exemplificar isso, podemos analisar um evento mais simples, como o lançamento de uma moeda” (Gewandsznajder, Pacco, 2024). Nesse trecho, o autor recorre a um exemplo clássico e simplificado, o lançamento de uma moeda, como forma de introduzir o conceito de probabilidade, realizando uma redução do fenômeno a um caso elementar e idealizado. Embora essa estratégia facilite a compreensão inicial, ela também reforça uma abordagem baseada em modelos idealizados, que pode limitar a compreensão do conceito em contextos mais complexos.

Apesar de sua divisão e integração das leis e suas explicações, o livro não apresenta cálculos, situações a serem solucionadas que necessitem do uso ativo da probabilidade, apenas uma questão resolvida que fala sobre o albinismo, que diz que a probabilidade de um casal heterozigoto ter uma filha albina é de $\frac{1}{4}$ ou 25%, o que enfraquece a interdisciplinaridade e o reforço dos conteúdos.

Já na obra *Do seu jeito: Biologia* (LAZZARINI *et al.*, 2024), observamos uma tentativa mais explícita de articulação entre genética e probabilidade, ao introduzir o conceito antes da apresentação da Segunda Lei de Mendel. A utilização do lançamento de moedas como analogia para a formação de gametas em indivíduos heterozigóticos se apresenta como uma estratégia didática relevante, já que estabelece uma ponte entre um modelo probabilístico simples e um fenômeno biológico mais complexo.

Essa abordagem pode favorecer a aprendizagem significativa, ao permitir que o estudante relacione diferentes domínios do conhecimento. No entanto, essa potencialidade não é plenamente explorada, uma vez que a aplicação da probabilidade nas explicações subsequentes permanece limitada, especialmente na ausência de situações que demandem cálculos ou análises mais aprofundadas.

4.2.1 Algumas considerações sobre os livros de Biologia

Na perspectiva da educação crítica de Paulo Freire, observa-se que, nos três livros, a probabilidade é tratada predominantemente como uma ferramenta instrumental, utilizada para resolver problemas pontuais, sem que haja uma problematização mais ampla de seu significado ou de suas implicações. A ausência de situações que estimulem a reflexão crítica sobre os dados, as interpretações ou os limites dos modelos utilizados contribui para uma abordagem que, embora contextualizada, permanece pouco reflexiva. Dessa forma, o conhecimento tende a ser apresentado como algo a ser aplicado, e não questionado, o que pode restringir o desenvolvimento de uma postura crítica por parte do estudante. Assim, apesar das diferentes estratégias adotadas, os livros analisados convergem na limitação da articulação entre probabilidade e genética, evidenciando uma interdisciplinaridade ainda incipiente. A ausência de uma exploração sistemática da probabilidade como conceito estruturante da genética mendeliana compromete a construção de uma compreensão mais integrada e significativa, reduzindo a probabilidade a um papel secundário e, em muitos casos, implícito no processo de ensino.

De modo geral, os resultados evidenciam que, embora os livros de Matemática e Biologia apresentem aproximações entre probabilidade e genética mendeliana, essa articulação ocorre de maneira limitada e, frequentemente, implícita. Nos materiais de Matemática, a probabilidade é predominantemente

apresentada por meio do modelo clássico, com forte presença de contextos idealizados e espaços amostrais equiprováveis. Já nos livros de Biologia, ainda que haja referências à probabilidade em situações envolvendo herança genética, observa-se pouca exploração sistemática do conceito como fundamento explicativo dos fenômenos hereditários. Como consequência, a interdisciplinaridade entre os componentes curriculares tende a ocorrer de forma pontual e pouco aprofundada.

Do ponto de vista da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, essas limitações podem dificultar a construção de conhecimentos mais sólidos e integrados, já que o estudante nem sempre consegue estabelecer relações entre os conteúdos trabalhados. De maneira semelhante, ao considerar a perspectiva da educação crítica de Paulo Freire, percebemos que o conhecimento tende a ser apresentado de forma mais instrumental, voltado à aplicação de procedimentos, sem um convite mais claro à reflexão sobre seus significados e implicações.

Assim, de forma mais direta, os resultados desta análise indicam que a maneira como a probabilidade é apresentada nos livros didáticos influencia significativamente a compreensão da genética mendeliana. Pois, ao restringir o conceito de probabilidade a modelos clássicos, baseados em espaços amostrais finitos e equiprováveis, e ao utilizá-lo de forma, predominantemente em contextos idealizados, os materiais didáticos tendem a induzir uma compreensão simplificada dos fenômenos genéticos. Como consequência disso, o estudante pode interpretar as proporções mendelianas de forma mecânica ou determinística, sem compreender seu caráter probabilístico e sua relação com processos aleatórios. Além disso, a ausência de uma articulação conceitual mais profunda entre probabilidade e genética dificulta que o aluno reconheça a probabilidade como um elemento estruturante da explicação dos fenômenos hereditários, comprometendo a construção de uma compreensão mais integrada e significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de alguns dos livros didáticos de Matemática e Biologia aprovados no PNLD mostrou que, embora os conceitos de probabilidade e genética mendeliana estejam presentes nos materiais, a relação entre eles ainda aparece de forma limitada e, muitas vezes, pouco explícita. De modo geral, os livros de Matemática tendem a apresentar a probabilidade de maneira mais organizada, com

definições formais, exemplos e exercícios. No entanto, essa abordagem permanece, em grande parte, restrita ao modelo clássico, baseado em espaços amostrais finitos e equiprováveis. Já nos livros de Biologia, a probabilidade aparece como um elemento necessário para compreender as leis de Mendel, mas não é desenvolvida de forma sistemática nem conceitualmente aprofundada. Em relação à organização didática, percebemos que as obras de Matemática adotam caminhos diferentes para introduzir o conceito de probabilidade. Em alguns casos, como em Paiva (2024), a apresentação é mais direta e formal, por outro lado em Dante e Viana (2024), há uma preocupação maior com a exploração inicial e a contextualização. Apesar dessas diferenças, todas as obras acabam convergindo a um ponto comum, que é o de não discutir os limites do modelo clássico, o que pode levar o estudante a construir uma visão simplificada e, por vezes, idealizada do conceito. Nos livros de Biologia, por sua vez, a probabilidade costuma aparecer de forma mais operacional, seja por meio de porcentagens, seja em exemplos pontuais, sem que se estabeleça uma ligação clara com sua definição matemática, mesmo se observamos obras da mesma editora. Outro aspecto que chama atenção é a fragilidade na integração entre as áreas. Em muitos momentos, faltam conexões explícitas entre os conteúdos matemáticos e biológicos, o que dificulta a construção de uma compreensão mais articulada. Além disso, o uso frequente de exemplos idealizados e, em alguns casos, a presença de inconsistências conceituais podem comprometer ainda mais esse processo. Mesmo quando há tentativas de aproximação, como o uso do lançamento de moedas ou a aplicação da probabilidade em situações genéticas, essas iniciativas não são aprofundadas, o que limita o potencial interdisciplinar dos materiais.

Essas limitações impactam diretamente a aprendizagem dos estudantes, especialmente na compreensão da genética mendeliana, uma vez que dificultam o uso da probabilidade como ferramenta de interpretação dos fenômenos hereditários. Diante disso, acreditamos que fica evidente a necessidade de pensar em estratégias pedagógicas que promovam uma articulação mais efetiva entre probabilidade e genética mendeliana. Mais do que aplicar fórmulas em contextos biológicos, é importante explicitar os fundamentos desses conceitos, seus limites e suas diferentes interpretações, de modo que o estudante compreenda a matemática como uma ferramenta essencial para interpretar fenômenos naturais.

Por fim, é importante destacar que a superação dessas lacunas não

depende apenas dos livros didáticos. A atuação do professor e as condições em que o ensino ocorre também desempenham um papel fundamental. Ainda assim, conhecer as potencialidades e limitações desses materiais é um passo importante para pensar práticas pedagógicas mais integradas, reflexivas e comprometidas com a formação de estudantes capazes de compreender, de forma crítica, as relações entre diferentes áreas do conhecimento. Nesse sentido, este estudo reforça a importância de uma abordagem interdisciplinar mais consistente, que não apenas aproxime matemática e biologia, mas que possibilite ao estudante compreender de forma integrada os conceitos científicos, superando uma aprendizagem fragmentada e mecanizada.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BELMIRO, M.S.; BARROS, M. D. M. **Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários**. *Revista Praxis*, v.9, n.17, p.95-102, jun.2017. DOI: <https://doi.org/10.47385/praxis.v9.n17.771> Acesso em: 02 dez. 2024.

BENEGREIROS, B; UGGIONI, E; MADEIRA, K. **O Novo Ensino Médio e as percepções docentes: impactos curriculares e desafios para a prática pedagógica**. *Educação em Questão*, v. 41, n. 1, 2023.

BITTENCOURT, C. M. F.. **Livro didático e saber escolar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C; C. da.; REIS, A. R. H. **As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.12, n.6,2017.

Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/661>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)**. Brasília: MEC, 2023

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD – Ensino Médio**. Disponível em: <https://www.edocente.com.br/pnld/segmento/ensino-medio/>. Acesso em: 23 de março de 2026.

CHOPPIN, A. O livro didático: história, concepções e métodos. Tradução de Maria Adriana C. Cappello. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/GNrkGpgQnmdcxwKQ4VDTgNQ/?format=pdf&lang=pt>.

DANTE, L. R; VIANA, F. **Do seu jeito: matemática: área de matemática e suas tecnologias: ensino médio**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2024. v. 3.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 2011.

FRANCISCO, B; UGGIONI, E. A BNCC e o Novo Ensino Médio: implicações para a autonomia docente e a organização curricular. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, n. 2, 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. **Identidade: Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2024.

IEZZI, G; *et al.* **Identidade: Matemática**. São Paulo: Saraiva, 2024.

JAKIMIUI, V. C. de L. Retrocessos do “Novo Ensino Médio”: uma década de lutas e resistências (2013-2023). **Revista de Estudos Teóricos y Epistemológicos em Política Educativa**, v. 8, p. 1-23, 2023.

LAZZARINI, M.; *et al.* **Do seu jeito: Biologia**. São Paulo: Ática, 2024.

MENDEL, G. Versuche über Pflanzen-Hybriden. **Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn**, Brünn, v. 4, p. 3-47, 1866. Disponível em: <http://www.mendelweb.org/Mendel.html>. Acesso em: 06 jan. 2026.

MORAIS, L. de A.; PEREIRA, G. S. A matemática por trás da genética: uma análise às questões contidas no livro didático. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.3, n.1, p. 585-595, jan./fev.2019. DOI: <https://doi.org/10.34115/basr.v3i1.814>

MOVIMENTO PELA BASE. **Pesquisa qualitativa: impressões de professores sobre o Novo Ensino Médio**. São Paulo: Movimento pela Base, 2023.


MUNFORD, D.; *et al.* **Ciência Viva: Biologia**. São Paulo: Moderna, 2024.

NETO, M. J; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200001>

PAIVA, M. **Moderna plus matemática: Paiva**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2024.

PONTES, E. A. S. A LINGUAGEM UNIVERSAL: Matemática suas origens, símbolos e atributos. **Psicologia & Saberes**, v. 8, n. 12, p.181-192, out.2019. Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/psicologia/article/view/1085/832>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**. Campinas: Papyrus, 2001.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

tcc

Assunto:	tcc
Assinado por:	Amanda Ramiro
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Amanda Alves Ramiro, DISCENTE (202416310030) DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - CAMPUS PATOS**, em 08/06/2026 23:48:15.

Este documento foi armazenado no SUAP em 08/06/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1883048
Código de Autenticação: 87e6d41df8

