ENTRELAÇAMENTO ÉTICO-PROBABILÍSTICO EM UM LIVRO DIDÁTICO DO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE À LUZ DO LETRAMENTO PROBABILÍSTICO

Henrique Bernardino das Chagas[1]
Cristiane de Arimatéa Rocha[2]

GD1: Livro Didático e Currículo

Resumo

Este trabalho analisa como uma obra didática de Matemática do 3º ano do Ensino Médio articula o ensino de probabilidade com dilemas éticos contemporâneos, a partir da temática da genética, fundamentando-se no conceito de letramento probabilístico de Gal (2005), que compreende a competência para interpretar a incerteza como uma integração entre elementos de conhecimento e elementos disposicionais, e na perspectiva pedagógica de Freire (2000) sobre a ética e a criticidade na educação. O percurso metodológico consistiu em uma análise documental de páginas selecionadas, que conectam os experimentos clássicos de Mendel com questões éticas atuais, como a técnica CRISPR-cas9 e a Doença de Huntington. A análise das atividades revelou que o material didático equilibra de forma deliberada a base algorítmica, necessária para o domínio de cálculos e conceitos de hereditariedade, com propostas investigativas e de debate sobre responsabilidade social. Os resultados indicam que a obra vai além de uma abordagem tecnicista, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ao fomentar uma postura crítica frente aos riscos tecnológicos, permitindo concluir que o entrelaçamento entre o rigor matemático e a reflexão ética contribui para uma educação emancipatória, transformando o letramento probabilístico em uma ferramenta cidadã indispensável para a leitura consciente e responsável das transformações científicas na sociedade atual.

Palavras-chave: Ética, Letramento Probabilístico, Livro Didático, Probabilidade.

1 Introdução

O ensino de probabilidade no Ensino Médio tem sido objeto de reflexões pedagógicas que visam superar o cálculo algorítmico, em favor da promoção do letramento probabilístico. Este conceito, pautado na capacidade de interpretar fenômenos aleatórios, avaliar riscos e utilizar informações sob incerteza para a tomada de decisão (Gal, 2005), pode servir de subsídio para a formação cidadã na contemporaneidade. A tomada de decisão na incerteza implica mobilizar questões éticas articuladas ao letramento probabilístico, estabelecendo a responsabilidade na sua interpretação, na análise crítica e no uso na orientação de escolhas. Nesse sentido, a probabilidade assume um papel na mediação entre conhecimento e ação, configurando-

[1] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) • Mestrando em Educação Matemática e Tecnológica • Recife, Pernambuco (PE), Brasil • henrique.bernardino@ufpe.br • https://orcid.org/0009-0007-1365-2664
[2] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) • Doutora em Educação Matemática e Tecnológica • Recife, Pernambuco (PE), Brasil • cristiane.arocha@ufpe.br • https://orcid.org/0000-0002-4598-2074

se como elemento estruturante do agir responsável (Staffel, 2021; Sepielli, 2018; Albarello, 2015; Tarsney, 2025).

O presente trabalho analisa o terceiro volume da coleção 360º matemática (Souza, 2024) para o 3º ano do Ensino Médio, com o objetivo de investigar como o capítulo de probabilidade, especialmente a parte que aborda a genética e seus desdobramentos tecnológicos, estabelece relações ou entrelaçamentos com questões éticas. Justifica-se a escolha deste livro pelo fato de se estabelecer uma conexão direta, explícita e aprofundada entre o ensino de probabilidade e dilemas éticos contemporâneos, utilizando a temática da genética como eixo articulador.

A obra selecionada utiliza casos contemporâneos, como o experimento do cientista He Jiankui[3] e o uso da técnica CRISPR-cas9[4], para fomentar a discussão sobre os limites éticos na manipulação do genoma humano, além de explorar a hereditariedade por meio de heredogramas, como no exemplo da Doença de Huntington[5]. A estratégia pedagógica observada na obra articula, de forma complementar, as duas dimensões fundamentais do letramento probabilístico propostas por Gal (2005). De um lado, o material mobiliza os elementos de conhecimento ao trabalhar conceitos como a probabilidade mendeliana, eventos e espaço amostral; de outro, promove os elementos de disposição ao exigir que o estudante articule esses saberes técnicos com uma postura reflexiva. Assim, o livro demanda a ponderação sobre implicações sociais da ciência, como os riscos associados à eugenia e os limites da atuação profissional científica, transformando o cálculo probabilístico em uma base para o julgamento ético.

Essa abordagem encontra respaldo nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza a articulação entre a aprendizagem matemática e o desenvolvimento de competências reflexivas. O documento orienta que a disciplina de Matemática, no Ensino Médio, deve permitir aos estudantes analisar criticamente situações da realidade, utilizando o letramento probabilístico como ferramenta para a interpretação de fenômenos científicos e sociais complexos (Brasil, 2018).

[3]Cientista chinês que foi condenado por criar bebês geneticamente modificados.
[4] Ferramenta genética que corta a sequência do DNA e o reconfigura para obter uma modificação.
[5] Condição genética, hereditária e neurodegenerativa que afeta o sistema nervoso central.

Com base no exposto, a investigação busca contribuir em suas discussões na análise do material didático, tendo em vista as articulações entre as resoluções de problemas probabilísticos e a problematização de riscos tecnológicos, explorando o papel desse material na leitura crítica de realidades científicas. Para tanto, examinam-se as atividades e os textos de apoio presentes na obra, observando como o cálculo probabilístico é posicionado como ferramenta de suporte para a compreensão e o julgamento de dilemas éticos, distanciando-se de uma abordagem puramente instrumental e aproximando-se de uma perspectiva cidadã da educação matemática.

2 Referencial Teórico

2.1. Letramento probabilístico

O letramento probabilístico, na perspectiva de Iddo Gal (2005), é definido como uma competência complexa que permite aos cidadãos interpretar e avaliar criticamente informações baseadas em incerteza. Para operacionalizar essa competência, o autor propõe uma estrutura composta por dois pilares fundamentais e interdependentes: os elementos de conhecimento e os elementos de disposição.

Os elementos de conhecimento constituem a base cognitiva necessária para o raciocínio probabilístico e subdividem-se em cinco dimensões:

- **Grandes ideias:** Compreensão de conceitos como variação, aleatoriedade, independência, previsibilidade e incerteza, que formam a estrutura lógica do raciocínio probabilístico.
- **Cálculo de probabilidades:** Domínio de métodos e estratégias para estimar ou determinar a probabilidade de eventos.
- **Linguagem:** Familiaridade com os termos e representações utilizados para comunicar noções de chance e risco.
- **Contexto:** Capacidade de reconhecer a relevância de informações probabilísticas em diferentes esferas, como no discurso pessoal, profissional ou público.
- **Questões críticas:** Habilidade de levantar indagações reflexivas ao lidar com mensagens que contêm dados estatísticos ou probabilísticos (Gal, 2005).

Complementarmente, os elementos de disposição são essenciais para o conhecimento técnico ser efetivamente aplicado. Eles compreendem:

- **Postura crítica:** A tendência de não aceitar passivamente afirmações probabilísticas, questionando a confiabilidade das fontes e a qualidade dos dados.
- **Crenças e atitudes:** A visão que o indivíduo possui sobre a utilidade da probabilidade em sua vida.
- **Sentimentos pessoais em relação à incerteza e ao risco:** Como o indivíduo lida emocionalmente com o desconhecido, incluindo tendências como a aversão ao risco (Gal, 2005).

Segundo Gal (2005), a ausência de um desses elementos compromete o letramento probabilístico. Por exemplo, o domínio técnico das grandes ideias e do cálculo de probabilidades (conhecimento), sem uma postura crítica frente à incerteza (disposição), pode levar o indivíduo a interpretar equivocadamente o risco ou a confiar cegamente em modelos descontextualizados.

Essa articulação entre o saber técnico e a atitude crítica encontra-se prevista na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao incentivar que o estudante não apenas execute algoritmos, mas utilize o pensamento probabilístico para compreender fenômenos da realidade e tomar decisões informadas e responsáveis. Portanto, o letramento probabilístico é o resultado dessa integração, capacitando o sujeito a navegar em um mundo onde a incerteza é um componente constante das decisões humanas.

2.2. Abordagens do letramento probabilístico em livros didáticos

O livro didático desempenha um papel fundamental na organização do trabalho pedagógico e na materialização do currículo nas escolas brasileiras. Segundo Coutinho e Goulart (2021), estas obras estruturam as organizações matemáticas e didáticas que delimitam o que é ensinado e como o conteúdo é apresentado aos estudantes. No caso específico da probabilidade no Ensino Médio, a análise documental das coleções aprovadas pelo PNLD revela que as propostas pedagógicas ainda privilegiam uma visão clássica do conceito, com forte predominância de representações numéricas e contextos fictícios, frequentemente centrados em jogos de azar (Silva; Guimarães, 2024; Xavier; Guimarães, 2026).

Essa estrutura didática, ao focar na resolução de tarefas repetitivas e no "saber fazer" técnico, tem sido apontada como limitante para o desenvolvimento de um letramento probabilístico mais robusto (Xavier, 2025). Conforme demonstram Xavier e

Guimarães (2026), a grande maioria das atividades encontradas nos livros didáticos solicita apenas que o estudante execute cálculos, com uma ausência expressiva de elementos disposicionais, como o estímulo à postura crítica ou ao questionamento, e de propostas que envolvam projetos de pesquisa. Essa configuração, caracterizada por uma organização que isola a probabilidade de contextos de incerteza reais, restringe a oportunidade de o aluno avaliar riscos e utilizar o raciocínio probabilístico como uma ferramenta para a leitura de fenômenos sociais complexos.

Em contrapartida, a BNCC propõe que o ensino de Matemática deve permitir aos estudantes analisar criticamente situações da realidade, o que demanda que os materiais didáticos busquem superar a abordagem puramente algorítmica. Embora as coleções analisadas apresentem limitações, a discussão sobre a transposição didática indica a necessidade de organizar o conteúdo de forma que a probabilidade não seja vista apenas como uma disciplina isolada, mas como um suporte para a tomada de decisão e análise de riscos (Silva; Guimarães, 2024). Portanto, o livro didático atua como um mediador que pode tanto restringir o desenvolvimento do letramento, ao manter o foco na visão clássica, quanto potencializar a formação cidadã, caso apresente organizações didáticas que integrem o cálculo técnico à investigação de problemas reais.

2.3. Ética

A ética, na perspectiva freireana, é indissociável da prática educativa, configurando-se como um princípio crítico que orienta a ação do educador e a formação da consciência do educando. Ela transcende a mera conduta técnica, fundamentando-se na humanização, na criticidade e na responsabilidade social, as quais são essenciais para o sujeito superar a condição de objeto e se tornar protagonista de sua própria história (Freire, 2000; Carlos; Silva, 2021). Esse compromisso ético exige que o ato de educar seja sempre um exercício de esperança e denodo na luta contra a discriminação e o desrespeito à vida (Freire, 2000).

No contexto de incertezas geradas pelo avanço tecnológico e científico, a dimensão ética assume um papel preventivo e reflexivo, especialmente quando decisões com consequências imprevisíveis estão em jogo (Tannert *et al.*, 2007). Assim, o pensamento ético freireano e a análise das incertezas científicas convergem para a necessidade de um agir prudente, onde a aquisição de conhecimento e a pesquisa tornam-

se deveres morais. Tal articulação permite que o estudante avalie riscos de forma consciente, integrando o rigor científico à sensibilidade humana necessária para lidar com dilemas que impactam a saúde, a sociedade e o ambiente.

Essa discussão pode ser ampliada a partir de pesquisas contemporâneas que abordam a decisão na incerteza, nas quais a probabilidade embasa a orientação do agir eticamente. Nesse sentido, a compreensão do letramento probabilístico e da probabilidade envolve a responsabilidade na interpretação dos diferentes cenários (espaço amostral, casos favoráveis e não favoráveis), como também a avaliação das consequências de cada escolha. Sepielli (2018) afirma que agir moralmente em contextos de incerteza pode ser compreendido como "a melhor tentativa de fazer o que é correto" (p.7), implicando a análise do contexto a fim de considerar evidências e graus de incerteza para a decisão. Na mesma direção, Staffel (2021) indica que esse processo de decisão na incerteza envolve avaliar justificativas das diferentes possibilidades, dependendo da compreensão probabilística.

Tarsney (2025) esclarece que as escolhas morais envolvem ponderação entre a probabilidade e impactos, o que implica que "avaliar uma opção implica considerar os resultados possíveis e suas probabilidades" (p. 1094). Nessa perspectiva, o autor considera que o agir ético não se fundamenta em certezas, mas na análise de cenários e na escolha responsável diante das variadas possibilidades. Em consonância com esse autor, Albarello (2015, p. 1) destaca que as afirmações probabilísticas "implicam a possibilidade de cenários alternativos", exigindo a tomada de decisão por parte dos sujeitos e a consequente responsabilização por seus efeitos.

Em síntese, o entrelaçamento entre os elementos de disposição de Gal (2005) e a ética revelam que o letramento probabilístico não se resume a competência de cálculo de riscos. No contexto do livro didático, ele pode estar presente como um ato político e ético de leitura de mundo, que exige do estudante uma postura de responsabilidade social. No âmbito do letramento probabilístico, a inclusão do agir eticamente prevê o agir de forma responsável diante de situações complexas e socialmente situadas, considerando a responsabilidade por suas consequências na vida e na justiça social.

3 Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, estruturado por meio de uma análise documental que toma como objeto de investigação a obra didática 360º Matemática (Souza, 2024), do 3º ano do Ensino Médio. A escolha deste material justifica-se pelo fato de a obra articular, de maneira intencional, conteúdos curriculares de probabilidade com a temática da genética, estabelecendo uma ponte direta com questões éticas contemporâneas. Fundamenta-se na premissa de que o livro didático atua como um mediador essencial nas organizações didáticas escolares, sendo, portanto, um local privilegiado para analisar como a transposição de conceitos científicos é operada e de que forma o letramento probabilístico é fomentado (Silva; Goulart, 2021).

O percurso analítico foi conduzido em etapas contínuas que permitem a observação da relação entre o saber matemático e a reflexão ética. Primeiramente, procedeu-se ao mapeamento das páginas selecionadas – páginas 287 a 290 -, identificando os trechos que introduzem a genética, com base em Mendel, e a sua relação com os riscos tecnológicos (o caso He Jiankui). Em seguida, as atividades propostas foram examinadas sob a lente do letramento probabilístico, observando se os problemas de cálculo de probabilidades exigidos dos estudantes estão desconectados ou integrados ao eixo reflexivo sobre ética. Esse procedimento pauta-se no princípio de que a educação, para ser libertadora, deve instigar a criticidade e a tomada de decisão consciente (Freire, 2000; Carlos; Silva, 2021).

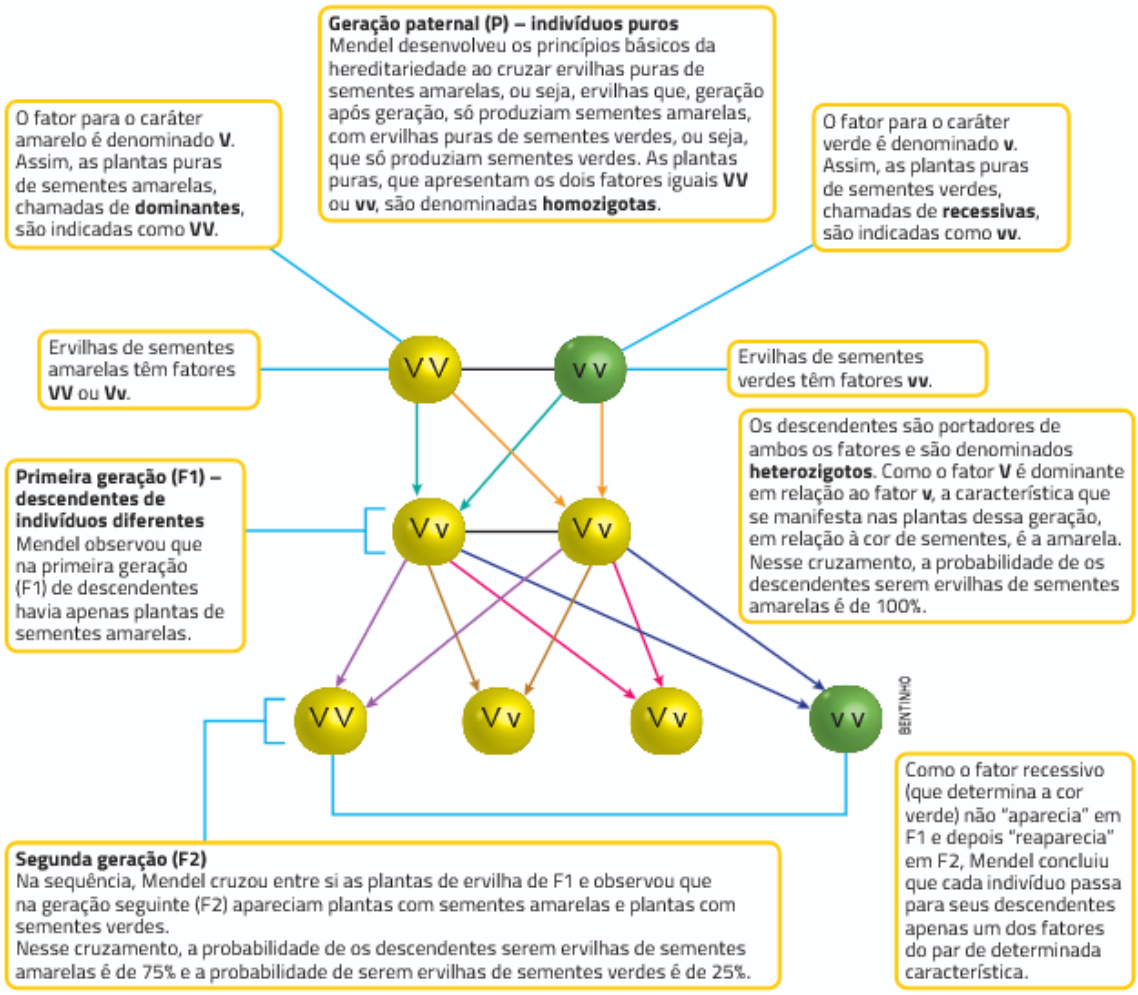
Por fim, a análise dos dados confrontou a organização das tarefas encontradas na obra com as competências da BNCC, que orienta o desenvolvimento de uma formação cidadã voltada à análise de fenômenos sociais complexos. Buscou-se identificar se a articulação proposta pelo livro exige do estudante apenas a execução de procedimentos algorítmicos ou se promove, também, o exercício de elementos disposicionais, como a postura crítica frente aos dados. Ao integrar essas camadas de análise, o estudo descreve como a obra didática posiciona o cálculo de probabilidades como uma ferramenta para a compreensão dos riscos e, simultaneamente, como um espaço para o questionamento ético-científico, evitando a fragmentação entre o saber técnico e a responsabilidade social.

4 Resultados e Discussão

4.1. Mapeamento da base conceitual

A análise da obra inicia-se pelo mapeamento das páginas 287 a 289, onde se identifica a estratégia do material em introduzir o conteúdo de genética a partir da base histórica e científica das leis de Mendel. Observa-se que o texto de apoio utiliza esquemas representativos dos experimentos com ervilhas para estabelecer a lógica da hereditariedade e a distinção entre genótipos homozigotos e heterozigotos, conforme mostra a figura abaixo.

Figura 1 – Esquema da representação do experimento de Mendel com ervilhas



Fonte: Souza (2024, p. 288).

Conforme o material, a probabilidade é apresentada como a ferramenta técnica que permite prever a frequência de características dominantes e recessivas, como evidenciado na representação do cruzamento entre indivíduos puros e descendentes de primeira geração (F1) e segunda geração (F2). Este mapeamento demonstra que a obra estrutura, primeiramente, uma base técnica sólida, organizando os conceitos de aleatoriedade, previsibilidade e as leis da herança que sustentam o raciocínio

probabilístico necessário para compreender fenômenos biológicos. Ao focar na representação numérica dos fatores (V e v), o material prioriza a dimensão cognitiva do letramento probabilístico, fornecendo ao estudante os instrumentos para a realização de cálculos e a compreensão de padrões hereditários.

A obra expande essa base conceitual ao introduzir, na página 289, a seção "A ética e a genética". Este procedimento marca uma mudança significativa no escopo do mapeamento: o material transcende a descrição puramente técnica e mendeliana para introduzir a complexidade dos questionamentos sobre valores sociais e o avanço da manipulação genética. Ao citar o caso do experimento do cientista He Jiankui com a técnica CRISPR-cas9, o material conecta a teoria genética aos dilemas contemporâneos, confrontando a eficácia técnica da reconfiguração do DNA com as críticas sobre eugenia e ética profissional. Este mapeamento demonstra que a obra estrutura uma base técnica que não se isola do mundo social, estabelecendo, logo após a fundamentação mendeliana, a necessidade de reflexão ética sobre a intervenção humana na vida. Assim, o material não apenas consolida a dimensão dos elementos de conhecimento do letramento probabilístico, fornecendo instrumentos de cálculo, mas também incorpora os elementos disposicionais do letramento ao fomentar a formação de crenças e uma postura crítica por parte dos estudantes diante dos riscos e limites éticos da ciência.

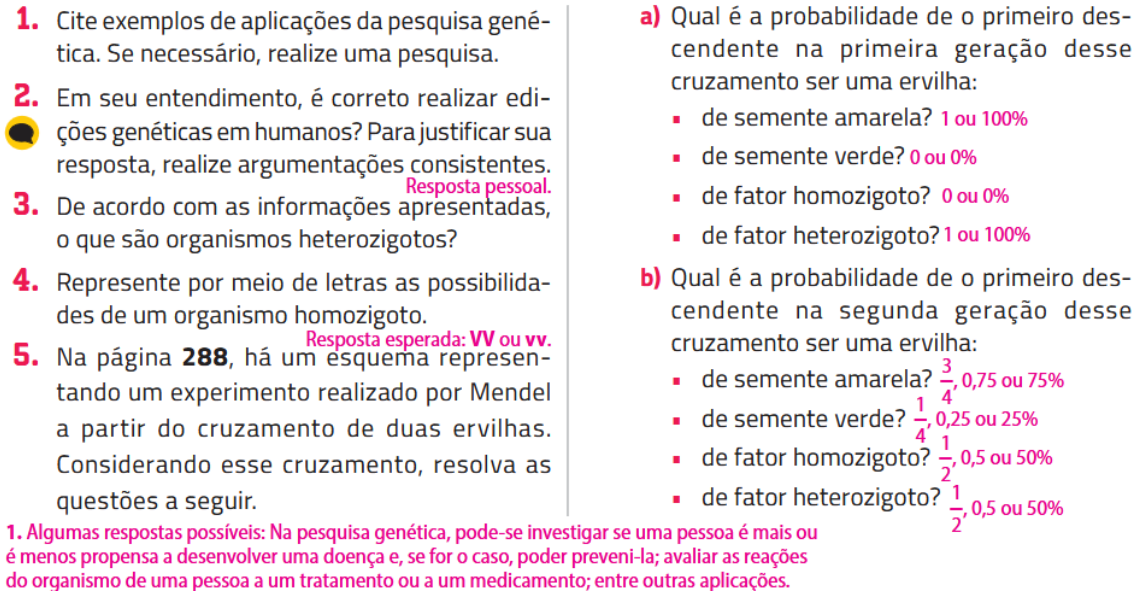
4.2. A análise das atividades propostas

A análise das atividades propostas nas páginas 289 e 290 revela um desenho didático que equilibra a dimensão de conhecimentos e a dimensão de disposição do letramento probabilístico. Observa-se que as questões 3, 4, 5 e a subquestão 6b focam prioritariamente nos elementos do conhecimento. Nestes itens, exige-se do estudante o domínio de conceitos específicos da genética mendeliana, como a definição de organismos heterozigotos e homozigotos, e a aplicação de procedimentos de cálculo, tais como a determinação de frequências probabilísticas para gerações filiais e a interpretação técnica do heredograma da Doença de Huntington (DH). Tais atividades são imprescindíveis para a consolidação da base algorítmica, assegurando que o aluno compreenda a previsibilidade e a linguagem técnica necessária para a leitura de padrões hereditários.

Em contrapartida, as questões 1 e 2 e a subquestão 6a priorizam os elementos disposicionais, ao deslocarem o foco da precisão do cálculo para a formação de crenças,

valores e postura crítica. A questão 1, ao solicitar uma pesquisa sobre aplicações da genética, e a subquestão 6a, ao provocar uma reflexão sobre a experiência pessoal com a DH, exigem a iniciativa e a sensibilidade, elementos que definem a disposição do aluno para conectar o saber científico à sua realidade e ao coletivo. A questão 2 propõe o debate sobre a ética na edição genética e o caso He Jiankui (Figura 2).

Figura 2 – Questões de 1 a 5 da seção "Genética" do capítulo analisado.



Fonte: Souza (2024, p. 289).

Já subquestão 6c (Figura 3) convoca o estudante a uma investigação em grupo sobre patologias hereditárias, confrontam o aluno com a necessidade de uma argumentação consistente.

Figura 3 – Questão 6 da seção "Genética" do capítulo analisado

6. Leia o trecho de texto a seguir.

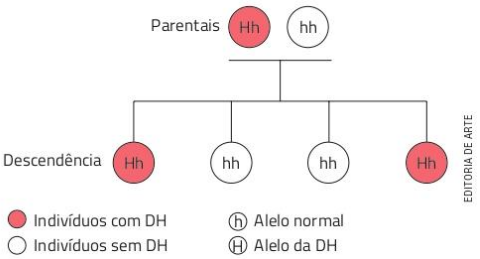
A Doença de Huntington (DH) é uma afecção heredodegenerativa (isto é, herdada geneticamente e progressiva) do sistema nervoso central, cujos sintomas são causados pela *perda marcante de células* em uma parte do cérebro denominada *gânglios da base*. Esse dano no cérebro afeta as capacidades:

- **Motoras**
- **Cognitivas (pensamento, julgamento, memória)**
- **Psiquiátricas (humor, equilíbrio emocional, dentre outras)**

A DH atinge homens e mulheres de todas as raças e grupos étnicos e, de forma geral, os primeiros sintomas aparecem lenta e gradualmente entre os *30 e 50 anos*, mas pode atingir também crianças [...] e idosos.

ASSOCIAÇÃO BRASIL HUNTINGTON. **O que é a doença de Huntington?** [*S. l.*]: ABH, 2016. Disponível em: https://abh.org.br/o-que-e-doenca-de-huntington. Acesso em: 31 ago. 2024.

Analise o heredograma a seguir, que apresenta algumas características de uma herança autossômica, em que apenas um dos parentais tem DH.



EDITORIA DE ARTE

Informações complementares ao heredograma:

- A DH é de herança autossômica dominante, ou seja, basta que um dos pais tenha a doença para que o gene responsável possa ser transmitido.
- A doença incide em proporções semelhantes em ambos os sexos.
- Homens e mulheres afetados têm a probabilidade de transmitir a doença para os seus descendentes.
- Os filhos que não herdarem o gene mutante responsável pela doença não a transmitirão para seus descendentes.
- Todos os filhos que herdarem o gene desenvolverão a doença em algum momento de sua vida, a menos que, antes que isso ocorra, venham a óbito por outra causa.

PARA AMPLIAR

Assista a este documentário para obter mais informações sobre a Doença de Huntington.

- O BOLE de salão: documentário sobre a doença de Huntington. [*S. l.*: *s. n.*], 2022. 1 vídeo (19 min). Publicado pelo canal ABH – Associação Brasil Huntington. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=lkgCpOo5KH8. Acesso em: 31 ago. 2024.

a) Você conhece alguém que tem DH? Comente. Resposta pessoal.

b) Considerando a situação representada pelo heredograma, resolva as questões.

- Qual é a probabilidade de um descendente de 1ª geração ter DH? 1 em 2, $\frac{1}{2}$, 0,5 ou 50%
- Qual é a probabilidade de um descendente de 1ª geração ser uma menina sem ter DH? 1 em 4, $\frac{1}{4}$, 0,25 ou 25%
- O avô paterno de Clarissa tem DH, mas não se sabe se o pai dela tem DH. Considerando que a mãe de Clarissa não tem DH, qual é a probabilidade de Clarissa ter DH? 1 em 4, $\frac{1}{4}$, 0,25 ou 25%

c) Agora, forme um grupo com três colegas. Escolham uma doença hereditária para realizar uma investigação. É importante que os grupos formados na turma tenham propostas distintas a fim de explorar diferentes doenças. Na etapa de pesquisa, destaquem os sintomas e as características hereditárias dessa doença, como a proporção de incidência em relação ao sexo e a probabilidade de os descendentes serem afetados pela doença. Para descrever essas informações, vocês podem utilizar um heredograma, além de apresentar explicações por meio de cálculos de probabilidade. Ao final, produzam um relatório, que pode ser divulgado em formato impresso ou publicado em algum meio digital. Pesquisa e elaboração dos estudantes.

ITSTUDIO/SHUTTERSTOCK.COM

Fonte: Souza (2024, p. 290).

Esse posicionamento é o que diferencia o letramento probabilístico de uma simples resolução de problemas, pois faz com que o aluno possa ponderar sobre a eugenia e os limites da ciência contemporânea.

4.3. O confronto com as competências da BNCC e o princípio ético-crítico

Ao confrontar o conjunto de atividades analisado com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), verifica-se que a obra busca ir além da execução

de procedimentos algorítmicos, alinhando-se à necessidade de desenvolver uma formação cidadã voltada à análise de fenômenos sociais complexos. Enquanto as questões que privilegiam os elementos do conhecimento (itens 3, 4, 5 e 6b) garantem o letramento probabilístico sob a ótica da competência de investigação científica e raciocínio lógico, as questões focadas nos elementos disposicionais (itens 1, 2, 6a e 6c) atendem às competências gerais da BNCC relacionadas à empatia, cooperação e responsabilidade ética, ao exigir que o estudante articule seu saber matemático com o julgamento crítico.

Essa estrutura pedagógica dialoga diretamente com o referencial freireano (Freire, 2000; Carlos; Silva, 2021), uma vez que o convite à pesquisa autônoma, à investigação em grupo e à reflexão sobre dilemas como a eugenia impede que a educação se torne uma prática meramente tecnicista. Em vez de apenas replicar cálculos de probabilidade, a obra propõe que o estudante assuma uma postura de sujeito crítico frente aos avanços da biotecnologia. A integração entre o rigor técnico e a reflexão ética demonstra que a obra compreende o letramento probabilístico como uma ferramenta de leitura de mundo: o cálculo da incerteza não é um dado neutro, mas uma variável central para a tomada de decisão consciente em uma sociedade tecnologicamente complexa.

Conclui-se, assim, que a proposta didática, ao colocar o estudante diante da necessidade de decidir sobre dilemas éticos, fomenta uma educação matemática emancipatória, instrumentalizando o aluno para compreender que a incerteza e o risco são dimensões da realidade que exigem tanto competência cognitiva quanto sensibilidade política. Dessa forma, a obra consegue superar a fragmentação entre o "saber fazer" matemático e a responsabilidade social do sujeito histórico, contribuindo para que o letramento probabilístico cumpra o seu papel de formar cidadãos preparados para atuar de forma ética em uma realidade marcada pela rápida transformação das ciências genéticas.

5 Considerações Finais

A análise da obra didática de Matemática do 3º ano do Ensino Médio permitiu verificar que é possível superar o modelo de ensino de probabilidade estritamente algorítmico, propondo, em seu lugar, uma organização pedagógica que favorece o letramento probabilístico sob uma perspectiva cidadã e reflexiva. Ao articular o conteúdo de genética e a probabilidade mendeliana com dilemas bioéticos contemporâneos, como

o experimento de edição genética realizado por He Jiankui e as implicações hereditárias da Doença de Huntington, o material materializa um esforço de transposição didática que valoriza a compreensão crítica da incerteza.

Os resultados obtidos evidenciam que a obra estrutura um equilíbrio deliberado entre os elementos do conhecimento e os elementos disposicionais. Enquanto o rigor técnico é assegurado pela exigência de cálculos precisos e pela interpretação de heredogramas, o eixo reflexivo é fomentado pelo convite à investigação autônoma, à empatia frente ao contexto de patologias hereditárias e à argumentação fundamentada sobre eugenia e ética profissional. Esse arranjo didático responde positivamente às diretrizes da BNCC, que solicita uma educação matemática capaz de instrumentalizar o estudante para a análise de fenômenos sociais complexos.

À luz do referencial freireano, constatou-se que a proposta didática, ao evitar a fragmentação entre o saber técnico e a responsabilidade social, contribui para a formação de um sujeito crítico. O livro didático, nesta análise, atua como um mediador que não limita o aprendizado à repetição mecânica, mas potencializa a capacidade do estudante de tomar decisões informadas em um mundo onde a ciência e a tecnologia impõem riscos e desafios constantes.

Em suma, este estudo reafirma que o letramento probabilístico, quando articulado a contextos reais e éticos, deixa de ser apenas uma ferramenta de cálculo para se tornar um suporte fundamental à leitura de mundo. A continuidade desta investigação poderá se beneficiar da análise de como outras obras didáticas tratam a interseção entre estatística e ética, bem como da observação prática de como estudantes, em sala de aula, reagem a essas propostas que demandam não apenas competência cognitiva, mas também sensibilidade política e compromisso com o bem comum.

6 Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro para a realização da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBARELLO, Dario. Communicating uncertainty: managing the inherent probabilistic character of hazard estimates. In: PEPPOLONI, Silvia; DI CAPUA, Giuseppe (org.).

Geoethics: the role and responsibility of geoscientists. London: Geological Society, 2015.capítul

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CARLOS, Dafiana do Socorro Soares Vicente; SILVA, Eduardo Jorge Lopes da. Alguns achados sobre Ética em Freire na obra "Educação como prática da liberdade". *Revista Diálogo Educacional*, *[S. l.]*, v. 22, n. 72, 2021. DOI: 10.7213/1981-416X.22.072.AO03. Disponível em: https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/28328. Acesso em: 18 maio. 2026.

COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva; GOULART, Amari. As organizações didáticas e matemáticas nos livros didáticos de matemática utilizados na escola básica brasileira
Las organizaciones didácticas y matemáticas en los libros didácticos de matemáticas utilizados en la escuela básica brasileña. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 171–192, 2021. DOI: 10.23925/983-3156.2021v23i4p171-192. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/53358. Acesso em: 18 maio. 2026.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FREIRE, P. Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: UNESP, 2000.

GAL, I. Towards "probability literacy" for all citizens: Building blocks and instructional dilemmas. In: GAL, I. (Ed.). The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005.

RODRIGUES, R. L. A ética na práxis freireana: educação para a liberdade e emancipação humana. *Revista Katálysis*, v. 27, p. e–96359, 2024.

SEPIELLI, Andrew. How moral uncertaintism can be both true and interesting. 2018. Disponível em: https://philpapers.org/archive/SEPHMU.pdf. Acesso em: 18 maio 2026.

SILVA, Anderson Rodrigo Oliveira da; GUIMARÃES, Gilda Lisbôa. Probabilidade para o ensino médio nos livros de conhecimento do PNLD 2021 . *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 449–471, 2024. DOI: 10.23925/1983-3156.2024v26i1p449-471. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/65363. Acesso em: 18 maio. 2026.

SOUZA, Joamir. 360º Matemática: Matemática e suas Tecnologias. 1. ed. São Paulo: FTD, 2024.

STAFFEL, Julia. Normative uncertainty and probabilistic moral knowledge. Synthese, v. 198, n. 7, p. 6739–6765, 2021.

TANNERT, C.; ELVERS, H. D.; JANDRIG, B. The ethics of uncertainty: in the light of possible dangers, research becomes a moral duty. EMBO reports, v. 8, n. 10, p. 892-896, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1038/sj.embor.7401072. Acesso em: 18 maio 2026.

TARSNEY, Christian. Expected value, to a point: moral decision-making under background uncertainty. Noûs, v. 59, p. 1093-1125, 2025. DOI: https://10.1111/nous.12544.

XAVIER, Caio Sérgio Oliveira. *Ensino de Probabilidade no Ensino Médio:* diferentes representações. 2025. 366f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/67281. Acesso em: 18 maio 2026.

XAVIER, C. S. O.; GUIMARÃES, G. L.. Letramento probabilístico proposto nos livros didáticos do Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 32, p. e26005, 2026.