

AS IMAGENS NOS CONTEÚDOS DE GENÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE IMAGES IN THE CONTENT OF GENETICS IN SCIENCE BOOKS OF THE 9TH GRADE OF ELEMENTARY SCHOOL

Priscilla Guimarães Zanella Diniz*
Tania Cremonini Araújo-Jorge**
Marcelo Diniz Monteiro de Barros***

RESUMO

A educação formal, de maneira ampla, é fortemente apoiada pelo livro didático. Os livros de Ciências devem propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade. O ensino de genética no Ensino Fundamental pode ser compreendido como uma área de interseção entre variados campos da Biologia e pretende desenvolver, nos estudantes, o pensamento crítico e a capacidade de se posicionar e opinar sobre temas polêmicos, bem como permitir que o discente aplique os conhecimentos adquiridos no cotidiano, compreendendo os princípios básicos que norteiam a hereditariedade. No ensino de genética chama a atenção o apoio em recursos visuais, mesmo em se tratando de um conteúdo que tem sua base em estruturas não visíveis a olho nu. O presente trabalho objetivou identificar, em livros didáticos de ciências destinados aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, a presença de imagens nos conteúdos de genética e, baseados na categorização de Peráles e Jimenez (2022), classificar as imagens quanto a aspectos relacionados à função, tipo, relação com o texto e conteúdo científico que as sustenta.

Palavras-chave: Ensino de Genética. Imagens e Educação Básica. Pesquisas em Livros Didáticos de Ciências.

ABSTRACT

Formal education, in a wide way, is strongly supported by the textbook. Science books should provide students with a scientific, philosophical and esthetic understanding of their reality. The teaching of genetics in Elementary School can be understood as an area of intersection between various fields of Biology and aims to develop, in students, critical thinking and the ability to position themselves and give opinions on controversial topics, as well as allowing the student to apply the knowledge acquired in everyday life, understanding the basic principles that guide heredity. In genetics teaching, the support in visual resources stands out, even in the case of content that is based on structures that are not visible to the naked eye. The present work aimed to identify, in Science textbooks intended for students of the 9th year of Elementary School, the presence of images in the genetics content and, based on the categorization of Peráles and Jimenez (2002),

*Doutoranda em Ensino em Biociências e Saúde – Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz. priscillagzanella@gmail.com

**Pesquisadora Titular em Saúde Pública – Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz. taniaaj@ioc.fiocruz.br

***Professor da Faculdade de Educação da Universidade do Estado de Minas Gerais. Bolsista de Produtividade em Pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais. marcelo.barros@uemg.br

classify the images in terms of aspects related to the genetics function, type, relationship to the text and scientific content that supports them.

Keywords: Teaching of Genetics. Images and Basic Education. Research in Science Textbooks.

Introdução

Um dos pilares básicos sobre os quais se sustenta a ação docente, em qualquer nível educacional, é o livro didático. É um recurso obrigatório no sistema de ensino, tanto público quanto privado e resulta, dessa forma, na inquestionável e poderosa influência na educação, tanto para os professores como para os alunos, constituindo-se, em muitas ocasiões, como a referência exclusiva do saber científico (PERALES; JIMÉNEZ, 2002). O livro didático é considerado bastante importante no processo de formação dos alunos (VASCONCELOS; SOUTO, 2003) devendo, então, ser objeto de constantes pesquisas na qualidade de seu serviço à educação, a fim de que, bem estruturados, contribuam da melhor maneira possível para o processo educacional.

O uso do livro didático na escola envolve muitas ações. Certamente o livro é para ser lido, mas essa leitura pode ser silenciosa ou em voz alta, individual ou coletiva; o seu texto pode ser copiado na lousa ou no caderno; suas páginas podem ser rabiscadas, os exercícios e pesquisas que sugere são realizados (às vezes, à revelia do próprio professor); é transportado da casa à escola, da escola para casa; etc. – cada atividade implicando em práticas escolares diversificadas (MUNAKATA, 2012).

Segundo Choppin (2004), o livro didático assume diversas funções na escola, como: *Referencial*, contendo o programa da disciplina ou uma interpretação dele; *Instrumental*, apresentando a metodologia de ensino, exercícios e atividades pertinentes àquela disciplina; *Ideológica e cultural*, sendo vetor da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes; *Documental*, contendo documentos textuais e icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno.

Bittencourt (1993) enfatiza as múltiplas facetas do livro didático, explicando que é justamente por esse motivo que ele desperta interesse nos variados domínios da pesquisa. Aponta que assim como é um objeto do mundo da edição, e por isso obedece às técnicas de fabricação e comercialização inerentes aos interesses do mercado, também é depositário dos conteúdos educacionais, sendo suporte privilegiado para se recuperar conhecimentos e técnicas essenciais por uma sociedade em uma época determinada.

Os livros de Ciências têm a função de estimular a análise de fenômenos, testar hipóteses e formular conclusões. Ele deve propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade (VASCONCELLOS, 1993), e estimular a capacidade investigativa do aluno. Porém, segundo Vasconcelos e Souto (2003), uma leitura atenta da maioria dos livros de Ciências disponíveis no mercado brasileiro, revela uma disposição linear de informações e uma fragmentação do conhecimento que limitam a perspectiva interdisciplinar. A abordagem tradicional orienta a seleção e a distribuição dos conteúdos, gerando atividades fundamentadas na memorização, com raras possibilidades de contextualização. Ao formular atividades que não contemplam a realidade imediata dos alunos, perpetua-se o distanciamento entre os objetivos do recurso em questão e o produto final. Formam-se então indivíduos treinados para repetir conceitos, aplicar fórmulas e armazenar termos, sem, no entanto, reconhecer possibilidades de associá-los ao seu cotidiano. O conhecimento não é construído, e ao aluno relega-se uma posição secundária no processo de ensino-aprendizagem.

Em relação aos livros didáticos de ciências temos o exemplo da ênfase de utilização de imagens, muitas vezes utilizadas para facilitar a compreensão dos conceitos e despertar o interesse dos alunos (PERALES; JIMÉNEZ, 2002; BARROS; CARNEIRO, 2005; HECK; HERMEL, 2014). Esse fato é corroborado por Bruzzo (2004) que afirma que as imagens têm presença destacada nos livros didáticos, muitas vezes impulsionada pelo interesse da indústria editorial ou desinteresse dos alunos pela leitura.

As imagens se incluem nos livros didáticos, segundo Perales e Jiménez (2002), com diversas finalidades: a) decorar os livros, ou seja, torná-los mais atrativos para despertar o interesse dos leitores; b) descrever situações ou fenômenos baseando-se na capacidade humana de processar a informação visual e sua vantagem frente à textos escritos na estimulação de modelos mentais; c) explicar as situações descritas a fim de facilitar a compreensão do leitor.

Em uma pesquisa com 180 professores de Ciências de escolas públicas do Ensino Fundamental, de diversas cidades da região de Campinas-SP, Neto e Fracalanza (2003), identificaram os critérios que os professores utilizam para a escolha do livro didático. Dentre os oito critérios citados, dois deles tinham ligação direta com as imagens: “Textos, ilustrações e atividades diversificados e que mencionem ou tratem situações do contexto de vida do aluno” e “Ilustrações com boa qualidade gráfica, visualmente atraentes, compatíveis com a nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas”.

Vasconcelos e Souto (2003), ao estabelecerem critérios para análise de livros didáticos, citam, dentre os quatro critérios escolhidos, “recursos visuais”, dando ênfase à importância das imagens nos livros didáticos. Segundo os autores, há um delicado equilíbrio entre o aprofundamento promovido pelas imagens e as limitações impostas pelas mesmas à capacidade de interpretação dos alunos. A função das ilustrações é tornar as informações mais claras, estimulando a compreensão e a interação entre leitores e o texto científico. Desta forma os títulos que apresentam extremos – ilustrações em excesso ou escassas – podem resultar de deficiências metodológicas. Dentre os critérios estabelecidos pelos autores para análise dessas imagens estão a qualidade, a interconexão com o texto, diagramação, veracidade da informação, possibilidade de contextualização e originalidade/criatividade (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Dentre os critérios classificatórios do PNLD (Brasil, 2000) estão a adequação dos conteúdos, atividades propostas, integração entre temas nos capítulos, valorização da experiência de vida do aluno, aspectos visuais das ilustrações e manual do professor. No guia do PNLD 2020 para a área de ciências, há recomendação de que o livro do estudante traga conteúdos como textos e imagens que apresentem os temas ao aluno de forma atrativa (BRASIL, 2019).

Verifica-se a importância das imagens no ensino de genética pois, mesmo tendo sua origem em modelos racionais não visuais, tem o ensino fortemente apoiado em recursos visuais. Ou seja, parece que para tentar superar as dificuldades do não ser possível ver (as dificuldades de aprendizagem associadas à natureza abstrata dos conceitos genéticos), os professores de Biologia e os alunos videntes lançam mão de estratégias do ver (a representação de estruturas e fenômenos biológicos) (PERALES; JIMÉNEZ, 2002).

Em uma pesquisa com 11 professores, Rocha e Silva (2016), encontram, entre os recursos considerados indispensáveis para o ensino de genética, a utilização de recursos visuais.

Diante destas questões, tornou-se evidente a necessidade de criar instrumentos para analisar as imagens dos livros didáticos em seus diversos conteúdos, a fim de entender a sua importância, funcionalidade e contribuição para a aprendizagem dos estudantes. O objetivo deste trabalho é estudar livros didáticos da disciplina Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental no viés da utilização de imagens no seu conteúdo explicativo ou exercícios dos conteúdos de genética.

Metodologia

Foram utilizadas categorias de análise propostas por Perales e Jiménez (2002) para estudar as imagens dos conteúdos de genética presentes em 10 livros do 9º ano do Ensino Fundamental que estão entre os aprovados no PNLD 2020, em consonância com a BNCC (BRASIL, 2017). O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD envia anualmente livros didáticos a todas as escolas públicas cuja rede de ensino tenha adesão formal ao Programa.

A BNCC (BRASIL, 2017) estabelece normativas acerca da Educação Básica em todo o território nacional, propondo competências e habilidades que devem ser desenvolvidas nos estudantes em todos os segmentos dessa educação, desde a Educação Infantil ao Ensino Médio. De acordo com esse documento, no eixo temático Vida e Evolução, o objeto de conhecimento “Hereditariedade” e as habilidades que têm relação com o ensino de genética estão contempladas no 9º ano do Ensino Fundamental, a saber: (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes e (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos (BNCC, 2017). Por essa razão, foram selecionados livros didáticos de Ciências correspondentes ao 9º ano do Ensino Fundamental, aprovados no PNLD 2020 (BRASIL, 2019).

Quadro 1 – Livros didáticos estudados no presente trabalho

LIVRO	REFERÊNCIA
L1	Gewandsznajder, F. e Pacca, H. Teláris Ciências . 9º ano. 3. ed. – São Paulo: Ática, 2019.
L2	Godoy, L. P. Ciências: vida e universo . 9º ano. 1. ed. – São Paulo: FTD, 2018.
L3	Pereira, A. M. et al. Apoema: Ciências . 9º ano. 1. ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.
L4	Michelan, V. S. Convergências: Ciências . 9º ano. 2. ed. – São Paulo: Edições SM, 2018.
L5	Carnevalle, M. R. Araribá mais: Ciências . 9º ano. 1. ed. – São Paulo: Moderna, 2018.
L6	Lopes, S. e Audino, J. Inovar: Ciências da Natureza . 9º ano. – São Paulo: Saraiva, 2018.
L7	Canto, E. L. e Canto, L. C. Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano . 9º ano. 6. ed. – São Paulo: Moderna, 2018.

L8	Usberco et al. Companhia das ciências . 9º ano. 5. ed. – São Paulo: Saraiva, 2018.
L9	Souza, C. et al. Tempo de Ciências . 9º ano. 4. ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.
L10	Nery, A. L. P. e Killner, G. I. Geração Alpha: Ciências . 9º ano. 2. ed. – São Paulo: Edições SM, 2018.

A análise dos livros didáticos foi realizada em três etapas: primeiramente foi feita uma leitura prévia em cada livro do 9º ano para verificar como e quais foram as imagens apresentadas. A seguir, foi construída uma planilha contendo a descrição e identificação de cada imagem. Posteriormente, estas imagens foram classificadas de acordo com as categorias descritas abaixo e, finalmente, atrelados à sexta categoria proposta, foram contextualizadas, a fim de averiguar o seu papel no processo ensino-aprendizagem.

Perales e Jiménez (2002), elencam seis categorias que foram utilizadas também neste trabalho, a saber:

1) **Função da sequência didática em que aparecem as imagens**, ou seja, para que se empregam as imagens, em qual passagem do texto elas se situam. Nesta categoria, as sequencias didáticas podem ser de:

a) **Evocação**: se fazem referência a um feito da experiência cotidiana ou conceito que se supõe ser conhecido pelo aluno.

b) **Definição**: se estabelece um significado de uma terminação nova em seu contexto teórico.

c) **Aplicação**: estende ou consolida uma definição.

d) **Descrição**: se refere a feitos ou eventos no cotidiano que se supõem desconhecidos pelo leitor e que permitem contribuir para um contexto necessário. Também se incluem nessa categoria, conceitos necessários para o discurso principal, mas que não pertencem ao núcleo conceitual.

e) **Interpretação**: são passagens explicativas nas quais se utilizam os conceitos teóricos para descrever as relações entre acontecimentos experimentais.

f) **Problematização**: se apresentam interrogativas que não se podem resolver com conceitos já definidos. Tem a finalidade de incitar os alunos a colocar à prova suas ideias ou estimular o interesse pelo tema apresentando problemas que, posteriormente, justificam uma interpretação ou um novo enfoque.

2) **Grau de iconicidade** que mede a complexidade que as imagens possuem. Nesta categoria as imagens podem ser classificadas em:

a) **Fotografia**.

b) Desenho figurativo: preza a representação orgânica, mostrando os objetivos mediante a imitação da realidade.

c) Desenho figurativo + signos: representa na figura as ações ou magnitudes não observáveis em um espaço de representação heterogênea.

d) Desenho esquemático: preza a representação das relações em detrimento aos detalhes.

e) Desenho esquemático + signos: representa, no esquema, ações ou magnitudes não observáveis.

f) Descrição de signos normalizados: constitui um espaço de representação homogêneo e simbólico que possui regras sintáticas específicas.

3) Funcionalidade das imagens, ou seja, o que se pode fazer com as imagens, sendo elas:

a) Inoperantes: não contém nenhum elemento utilizável, cabendo apenas a observação.

b) Operativas elementares: contém elementos de representação universal.

c) Sintáticas: contém elementos cujo uso exige o conhecimento de normas específicas.

4) Relação com o texto principal, ou seja, se as imagens possuem ou não relação com o texto e se essa relação é de auxílio para a interpretação. Nesta categoria as imagens podem ter a função:

a) Conotativa: o texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com os elementos incluídos na imagem. Essas relações se supõem óbvias e são estabelecidas pelo próprio leitor.

b) Denotativa: o texto estabelece a correspondência entre os elementos da imagem e os conteúdos representados.

c) Sinóptica: o texto descreve a importância entre os elementos e os conteúdos representados e estabelece também as condições de modo que a imagem e o texto formam uma unidade indivisível.

5) Etiquetas verbais que são os textos dentro das imagens. As imagens podem ser:

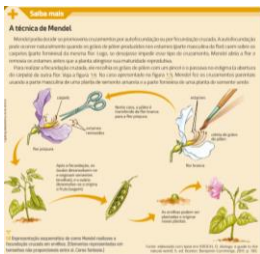
a) Sem etiquetas verbais: quando a ilustração não contém nenhum texto.

b) Nominativas: quando as palavras ou letras indicam alguns elementos da imagem.

c) **Relacionais:** quando há textos que descrevem as relações entre os elementos e as imagens.

6) **Conteúdo científico que sustenta a imagem,** ou seja, a caracterização da imagem de acordo com o conteúdo estudado. Essa categoria se estabelece de forma específica de acordo com tema estudado, levando-se em consideração os objetivos que se pretende alcançar.

Quadro 2: Modelo de planilha para contabilização, categorização e análise das figuras presentes nos livros didáticos

Figura	L1-16 
Descrição da imagem	A imagem mostra a técnica utilizada por Mendel para promover a fecundação cruzada das ervilhas de seus estudos.
Função da sequência didática da imagem	Interpretação
Grau de iconicidade	Desenho esquemático
Funcionalidade	Sintáticas
Etiquetas verbais	Relacionais
Conteúdo científico que sustenta a imagem	Modelo cientificamente correto sobre reprodução sexuada (fecundação cruzada)

Resultados e Discussão

Em todos os livros analisados (10) foram encontradas imagens dos mais variados conteúdos que abordam temas de genética. Ao todo, foram encontradas 517 imagens distribuídas nos livros e parte dessas imagens foram encontradas em atividades ao longo do livro. Esse resultado está demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de imagens por livro analisado

Livro	Quantidade de imagens (total)	Quantidade de imagens em atividades/ exercícios
L1	75	12
L2	59	12
L3	46	8
L4	53	20
L5	43	8
L6	40	11
L7	53	2
L8	62	15
L9	30	4
L10	57	6

A primeira categoria de análise “Função da sequência didática em que aparecem as imagens” permite uma visão ampliada da imagem no contexto das informações contidas no livro didático.

A maior parte dos livros não contém sequências do tipo “evocativas” (Gráfico 1), ou seja, sequências que são construídas a partir de um feito, experiência ou conceito já conhecido pelo aluno. Essa informação, confirma os dados de trabalhos analisados por Sardinha *et al.* (2009), que, ao analisarem trabalhos dos anais dos Encontros Nacionais de Pesquisas no Ensino de Ciências sobre o Ensino de Genética, destacaram que os principais problemas poderiam ser categorizados em: Abordagem fragmentada, Abordagem desatualizada e Abordagem Descontextualizada. Esta última pode contribuir para o impedimento dos alunos em utilizar os conhecimentos desta ciência para intervir na realidade em que está inserido, não alcançando, portanto, os objetivos descritos no documento norteador da Educação Básica, BNCC (2017). Uma alternativa a essa informação descontextualizada pode estar na abordagem da genética humana, viabilizando explicações mais adequadas ao relacionarem o conteúdo ao dia a dia do aluno, como afirmam Camargo e Infante-Malachias (2007).

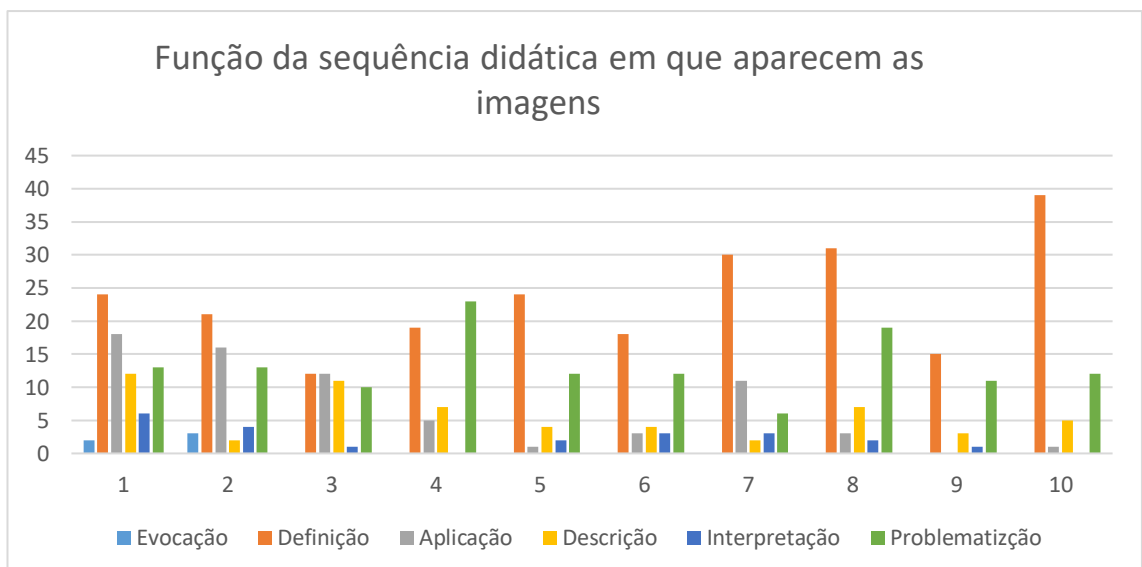
As imagens encontradas em sequências evocativas são, justamente, ligadas à Genética Humana, como mostra a figura 1, presente no Livro 2 em um texto complementar a respeito da Síndrome de Down.



Figura 1: L2-39. Fotografia em sequência com função evocativa (GODOY, 2018, p. 127)

Em contrapartida foram encontradas 233 imagens em sequências didáticas de definição, como pode ser observado do gráfico 1. Em alguns dos livros analisados essa função ultrapassa a metade das imagens encontradas no livro.

Gráfico 1: Função da sequência didática em que aparecem as imagens



As sequências de definição apresentam terminações novas (Figura 2) e, são comuns nos livros, o que é confirmado nos estudos acerca do Ensino de Genética, que apontam que nesta etapa de formação básica, a aquisição de conhecimentos relacionados aos conceitos precisa ser trabalhada de forma mais aprofundada para possibilitar a conquista de habilidades e competências ligadas às questões éticas, culturais, sociais, políticas e humanas (ARAÚJO; GUSMÃO, 2017).

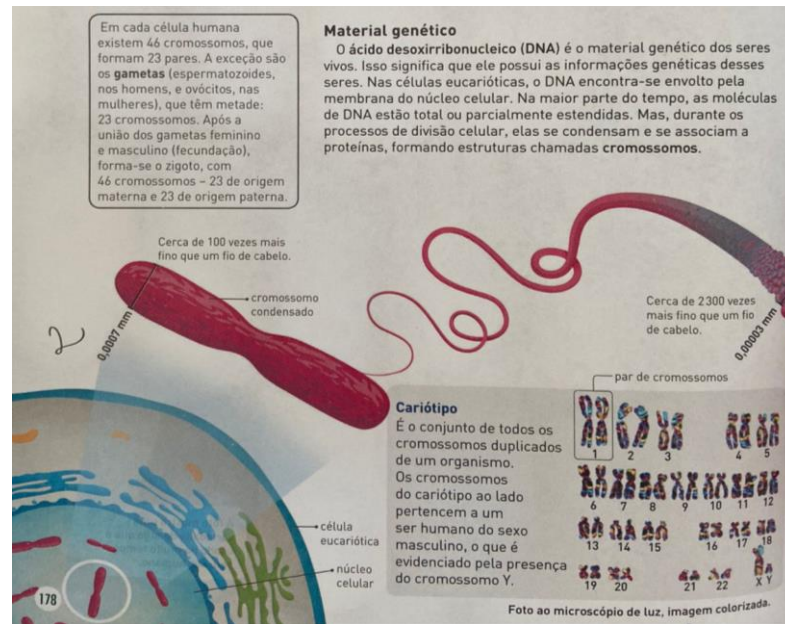


Figura 2: L10- 2 e 3. Signos normalizados a respeito de conceitos próprios da área científica estudada (NERY; KILLNER, 2018, p. 178)

A segunda categoria das funções das sequências didáticas em que aparecem imagens se refere a trechos de problematização, incluindo atividades/exercícios. É comum iniciar capítulos com questões problematizadoras, levando o aluno a expandir suas formas de pensar com a finalidade de responder à essa nova questão, como mostra a figura 3.

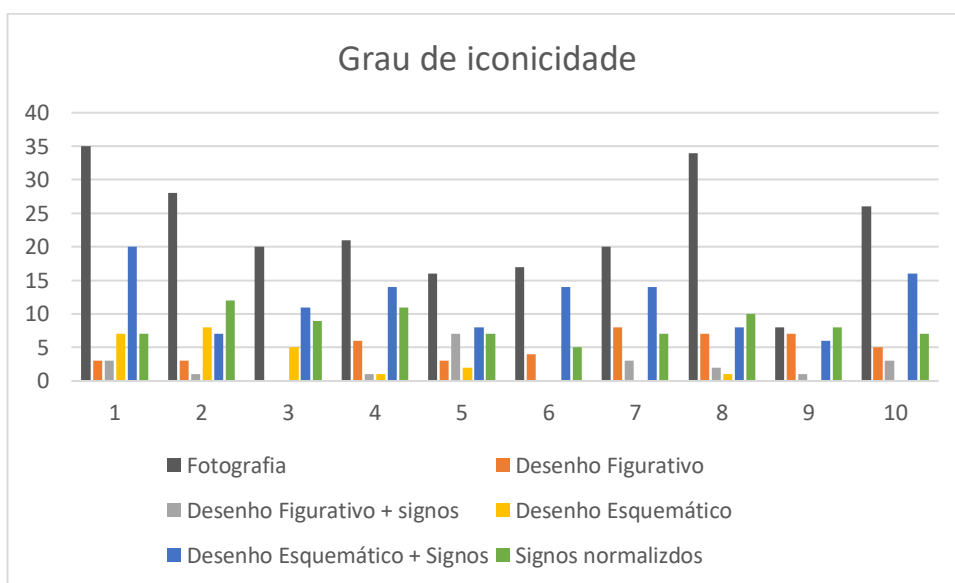


Figura 3: L7-2: Fotografia problematizadora a respeito da hereditariedade (CANTO; CANTO, 2018, p. 201)

A problematização é uma alternativa para a descontextualização pois, através dela é possível convocar o estudante a atuar, pensar, criticar e produzir o seu conhecimento através de sua reflexão. Esses são pressupostos importantes na educação, segundo Freire e Guimarães (1988).

A segunda categoria de análise “Grau de iconicidade” permite medir a complexidade das imagens, como está descrito no Gráfico 2.

Gráfico 2: Grau de iconicidade das imagens



Nesta categoria, foi possível observar que as fotografias estão presentes de forma predominante em três situações: 1) Representação de cientistas importantes na área como James Watson, Francis Crick e Gregor Mendel. 2) Representação de características genéticas presentes nos mais variados indivíduos. 3) Representação microscópica de conceitos, como cariótipo. Esses exemplos podem ser observados na Figura 4.



Figura 4: L6- 6 - Modelo de DNA (LOPES; AUDINO, 2018, p. 16); L10- 4 - Fenótipo de cor de olho em humanos (NERY; KILLNER, 2018, p.179); L4-12 -Imagem microscópica de cariótipo masculino (MICHELAN; ANDRADE, 2018, p. 55)

O primeiro grupo de fotografias está ligada à abordagem da genética a partir da História da Ciência. A introdução da História da Ciência, como fonte de inspiração para a definição de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino, pode ser uma grande aliada, pois possibilita desenvolver uma compreensão da natureza da Ciência que se acredita adequada, ao contrário de uma visão positivista da ciência que a distancia do estudante (SCHEID; FERRARI, 2006).

A classificação que mais chama atenção nesta categoria é a quantidade de “Desenhos esquemáticos com signos” e “Signos normalizados”. A primeira classificação trata de esquemas que trazem representações de signos não observáveis ou, ainda, de uma linguagem própria, como por exemplo, os quadros de cruzamentos Mendelianos (figura 5) e modelos de cromossomos representados nos livros didáticos. A segunda classificação traz uma representação ainda mais específica da área, como os heredogramas (figura 6) ou cariótipos. Ambas referem-se a conceitos estruturantes (GAGLIARDI, 1986) no ensino de genética que devem ser apreendidos pelos estudantes. Segundo Topçu e Sahin-Pekmez (2009) é oportuno que se construa, professor e aluno, estruturas conceituais que permitam uma melhor compreensão da genética e da hereditariedade em seu nível mais complexo. Neste sentido, podemos perceber que o ensino de genética utiliza signos específicos, esquemas e representações para apresentar esses conceitos e que os livros didáticos os apresentam associados a essas representações imagéticas em seu percurso, tanto nos textos introdutórios, no desenvolvimento e, conseqüentemente, em suas atividades propostas.

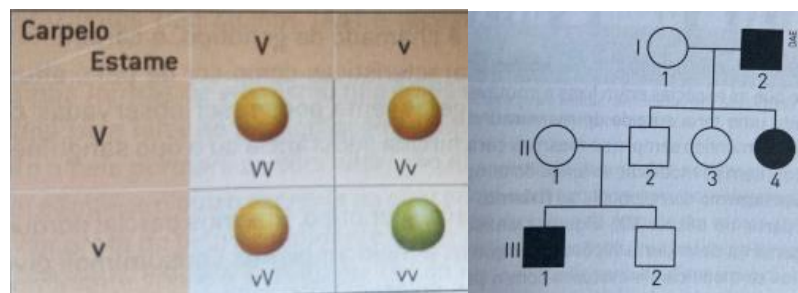
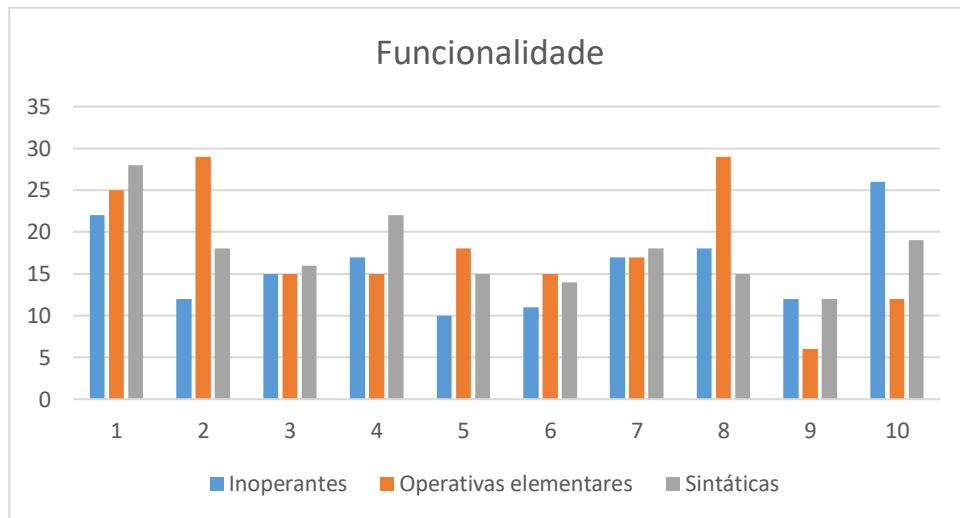


Figura 5: L8- 32 – Desenho Esquemático - Cruzamento 1ª Lei de Mendel (USBERCO *et al.*, 2018, p. 69). Figura 6: L3- 24 – Signo Normalizado em Atividade- Heredograma (PEREIRA *et al.*, 2018, p. 109)

A terceira categoria de análise diz respeito à “funcionalidade das imagens”. Como pode ser observado no gráfico 3, as três classificações estão distribuídas de forma mais uniforme nos livros didáticos. Um fator que chama bastante atenção é o alto número de imagens sintáticas, corroborando dados anteriores da pesquisa que dizem respeito a uma

linguagem técnica e específica presente na genética, que exige conhecimentos prévios para o entendimento das questões.

Gráfico 3: Funcionalidade das imagens



Os modelos de DNA são um exemplo de imagens sintáticas. Existem várias formas de representar o DNA, de acordo com o grau de informações e número de conceitos que se pretende abordar naquele momento. Na figura 7 temos três imagens com funcionalidade sintática. Em todas elas, apesar de abordar grau de complexidade maior ou menor e número de estruturas e conexões diferentes entre elas, só é possível entendê-las de fato com a associação a conhecimentos específicos da área de biologia molecular e genética.

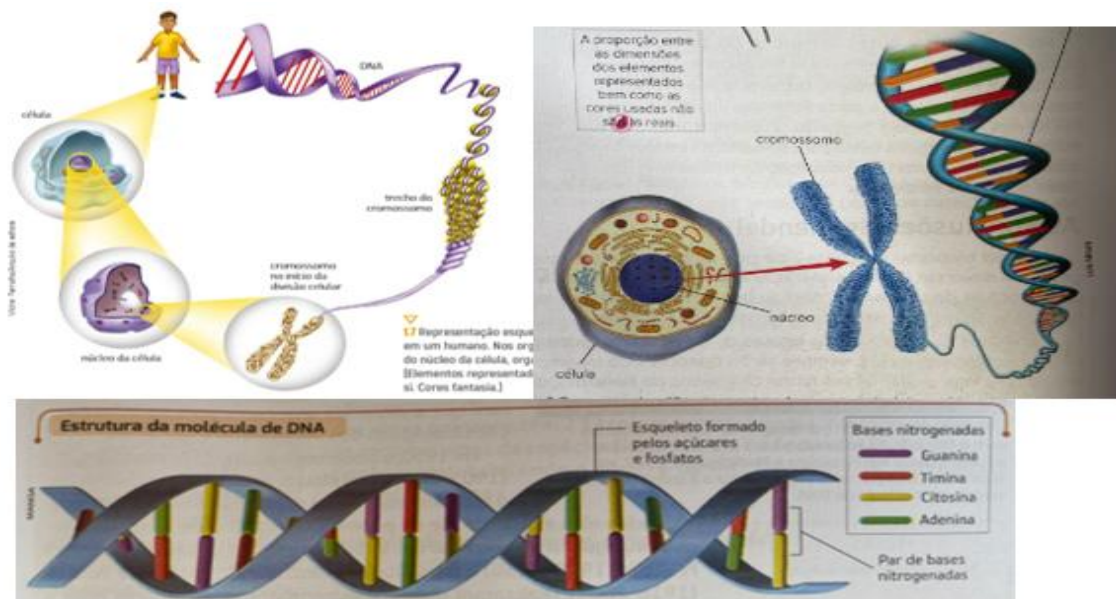
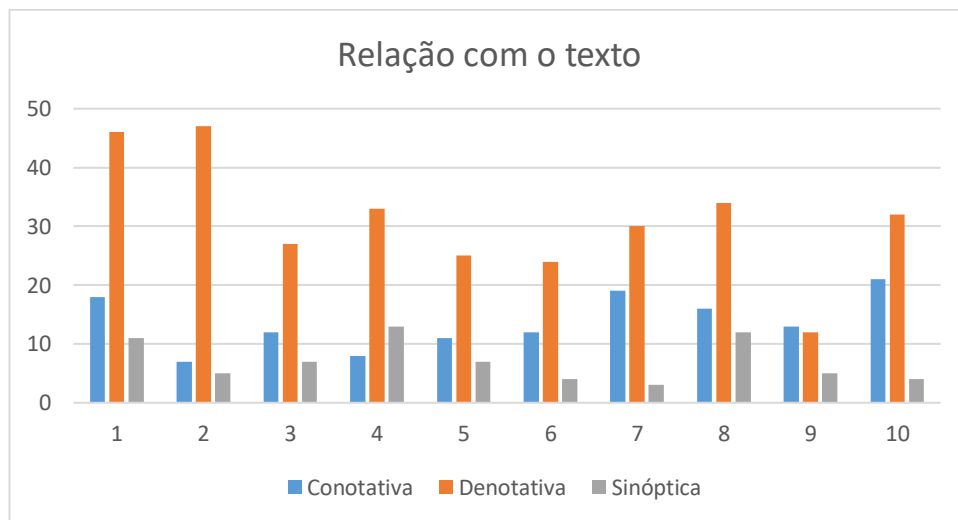


Figura 7: L1 – 07 (GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2019, p.19); L9 – 11(SOUZA *et al.*, 2018, p. 212); L5 – 13 (CARNEVALLE, 2018, p. 131). Representações com funcionalidade sintática sobre o modelo de DNA

A quarta categoria de análise procura classificar as imagens de acordo com sua “Relação com o texto principal”. A maioria das imagens encontradas possui uma correspondência com o texto, como pode ser observado no gráfico 4. Essas são denominadas com relação textual denotativa. De acordo com Coutinho *et al.* (2010), o uso das imagens aliadas ao texto verbal é de significativa importância nas Ciências Naturais.

Gráfico 4: Relação das imagens com o texto principal



A maioria das imagens com relação conotativa se encontram no início dos capítulos, associados à função inoperante de observação, sem nenhum elemento utilizável à priori. Podem ser encontradas também ao longo do texto ilustrações desse tipo, que tem alguma relação com o conteúdo abordado. Entretanto essa relação não é explicitada no texto presente no livro didático, como se percebe na figura 8.

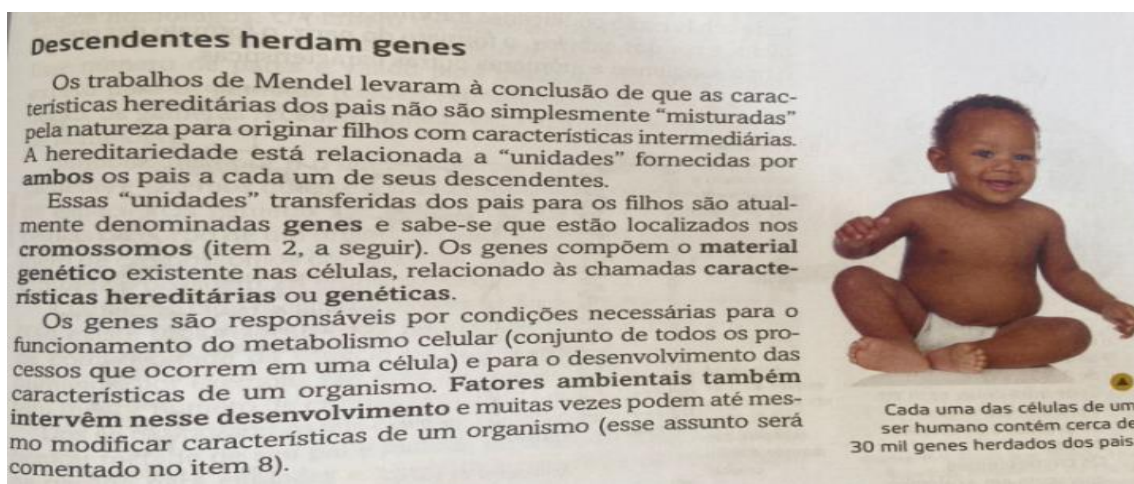


Figura 8: L7-09 – Fotografia apresentando bebê – hereditariedade (CANTO; CANTO, 2018, p. 205)

As imagens que possuem relação sinóptica com o texto principal estão relacionadas principalmente àquelas imagens presentes nas atividades propostas, uma vez que a imagem traz elementos importantes para a construção do raciocínio em busca da solução do problema apresentado (figura 9) ou na explicação de procedimentos, como os cruzamentos Mendelianos (figura 10).

9. Analise o heredograma de uma família em relação à condição conhecida como anemia falciforme. Depois, leia as afirmativas a seguir e, em seu caderno, corrija-as quando for necessário.

Resposta nas Orientações para o professor.

1) A anemia falciforme é uma doença caracterizada por uma alteração nas hemácias, que ficam com formato de foice; isso dificulta sua ligação com o gás oxigênio, comprometendo o transporte desse gás para as outras células.

Figura 9: L2- 48. Atividade de interpretação de heredograma (GODOY, 2018, p. 131)

Aplicando as ideias de Mendel

Como nas ervilhas, as características genéticas são herdadas pelos cruzamentos nas espécies com reprodução sexuada. Na espécie humana, por exemplo, o albinismo pode ser resultado do cruzamento entre dois heterozigotos.

Neste exemplo, o casal 1 e 2, de pigmentação normal, teve uma filha albina (4) e três filhos com pigmentação normal (3, 5 e 6). Com base nesse heredograma, podemos concluir que o casal 1 e 2 apresenta genótipo heterozigoto - Aa - e a filha nº 4 apresenta genótipo homozigoto recessivo - aa , herdando o gene a de cada um dos pais, que são normais. Logo, os pais têm fenótipo dominante e genótipo heterozigoto para o albinismo.

Quanto à filha nº 5 e aos filhos 3 e 6, só podemos afirmar que apresentam um gene dominante A , que pode ter vindo do pai ou da mãe. E como não temos certeza do outro gene que recebeu, representamos como $A_$.

Conclui-se, portanto, que o albinismo é uma característica recessiva.

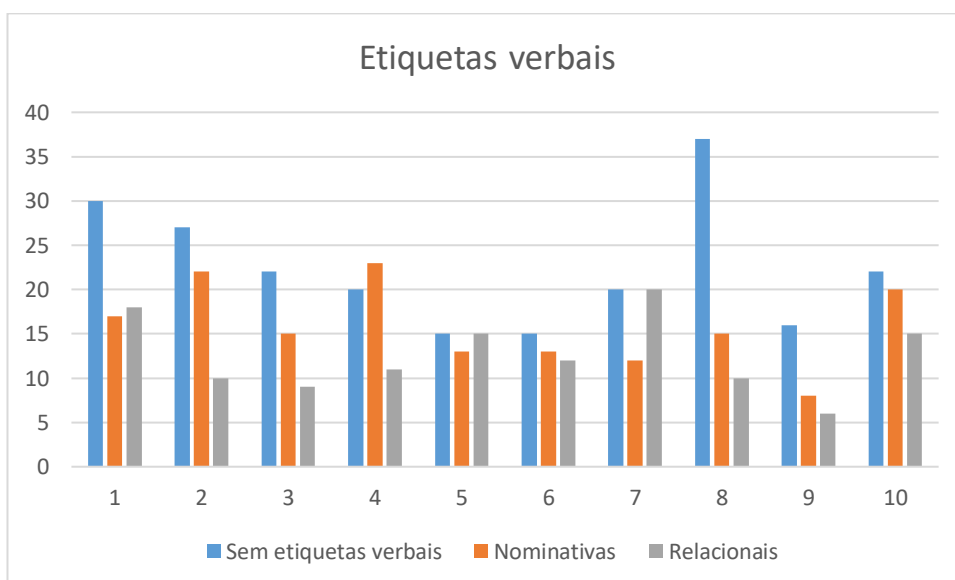
Representação esquemática de um heredograma para demonstrar as ideias de Mendel.

Figura 10: L3- 20. Passo a passo para construção e interpretação de heredograma (PEREIRA *et al.*, 2018, p. 104)

Imagens com funcionalidade inoperantes e com relação conotativa ao texto principal requer uma atenção especial. Segundo Coutinho e colaboradores (2010), as representações visuais nos livros didáticos estão entre os modos semióticos de construção de sentidos, e, dessa forma, as imagens não podem ser, portanto, ilustrações com função acessória (BRUZZO, 2004). Elas possuem valor cognitivo e cumprem importantes funções mediadoras na apropriação da linguagem da ciência escolar pelo aluno, e mesmo para o professor (PICCININI; MARTINS, 2004).

A quinta categoria de análise objetiva identificar as etiquetas verbais associadas à imagem (gráfico 5).

Gráfico 05: Presença de etiqueta verbais nas imagens



A maior parte das imagens presentes nos livros analisados não apresenta etiqueta verbal. Esse dado é consonante com o dado apresentado no gráfico 2, que demonstra a fotografia como principal grau de iconicidade encontrado na análise dos livros didáticos (figura 11).



Figura 11: L4-2. Fotografia de demonstração da diversidade fenotípica (MICHELAN; ANDRADE, 2018, p. 50)

Muitos desenhos esquemáticos e figurativos com signos trazem etiquetas nominativas para auxiliar na identificação dos signos apresentados (Figura 12).

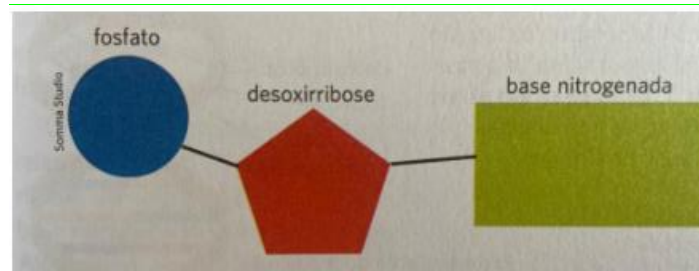


Figura 12: L4-4. Desenho esquemático de um nucleotídeo (MICHELAN; ANDRADE, 2018, p. 51)

Entretanto, algumas imagens, devido ao alto grau de complexidade, trazem etiquetas verbais relacionais. Sem o auxílio de etiquetas verbais relacionais, a função didática dessas imagens, de possibilitar e otimizar a construção do conhecimento, ficaria comprometida (Figura 13).



Figura 13: L9-17. Esquema e explicação a respeito de organismos transgênicos (SOUZA *et al.*, 2018, p. 216)

Em relação à última categoria de análise a respeito do “conteúdo científico que sustenta a imagem”, foi possível verificar, em todos os livros didáticos analisados, a presença de imagens para elucidar personagens e fatos da História da Ciência, tais como Gregor Mendel e seu estudo da hereditariedade, Watson, Crick e Rosalind Franklin e seu modelo da molécula de DNA, dentre outros. Atrelado à história da ciência, nove dos 10 livros analisados trazem, por meio de imagens, a técnica utilizada por Mendel para realizar os cruzamentos na espécie *Pisum sativum*, como demonstrado na figura 14.

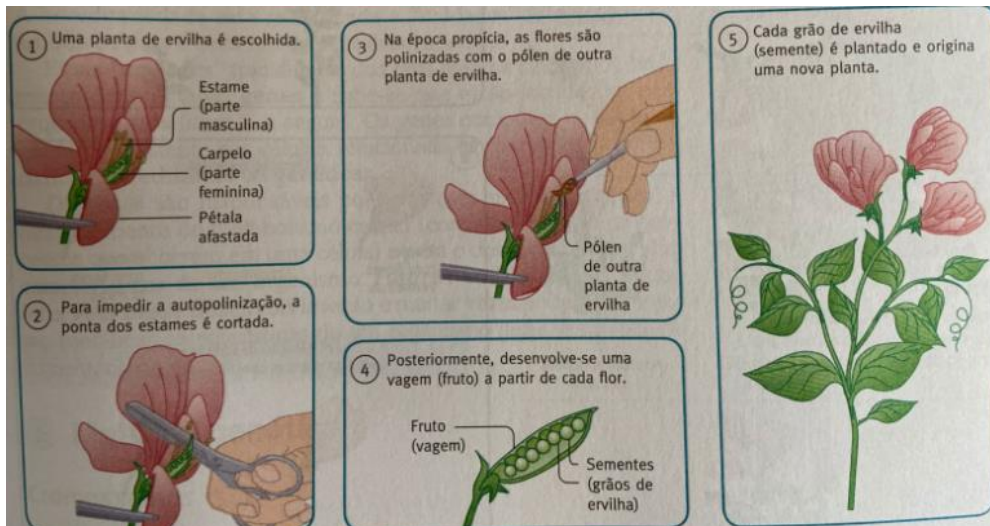


Figura 14: L7-5. Técnica de fecundação cruzada utilizada por Mendel (CANTO; CANTO, 2018, p. 203)

Um outro conteúdo científico relevante encontrado em todas as coleções foi a demonstração, por meio de fotografias, da diversidade fenotípica na espécie humana, contribuindo para um debate importante da genética enquanto ciência que explica a existência de toda essa variedade. Arelado a este conteúdo, foi encontrado, também, em nove dos 10 livros analisados, imagens associadas ao debate acerca do respeito às diferenças, principalmente correlacionando ao conteúdo de síndromes cromossômicas, como a Síndrome de Down. Alguns exemplares apresentaram imagens de pessoas com a síndrome supracitada no mercado de trabalho ou em uma situação de convivência com a diversidade de forma harmoniosa, visando a construção dessas habilidades sociais no processo de ensino-aprendizagem da genética. Essa abordagem é importante na perspectiva de que o ensino de Biologia possui especificidades que a diferem das outras Ciências da Natureza, pois, no mundo inanimado, há classes de elementos e a variação entre eles é acidental. Entre os seres vivos, ao contrário, a variação é a regra, dentro de cada biopopulação, cada indivíduo é único (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 101), sendo assim, um dos grandes desafios da sociedade é criar uma cultura de maior tolerância às diversidades humanas, principalmente diante a tantas atitudes de desrespeito às diferenças. Nesse viés, o ensino de genética tem papel bastante importante nessa formação.

Também foram encontrados em todos os exemplares analisados imagens associadas ao conceito de DNA, demonstrando em desenhos esquemáticos a molécula, sua estrutura e composição, como na figura 15. O conceito de cromossomo, como a forma do DNA no momento da divisão celular, responsável por levar os genes para a próxima

geração, também foi encontrada em todos os livros analisados (Figura 16), bem como, o conceito e representação de cariótipo que, seja em forma de fotografia, seja em forma de desenho esquemático também estiveram presentes em todos os livros analisados (Figura 17). Os processos de divisão celular (mitose e meiose) também apareceram em imagens em nove dos 10 livros analisados (Figura 18).

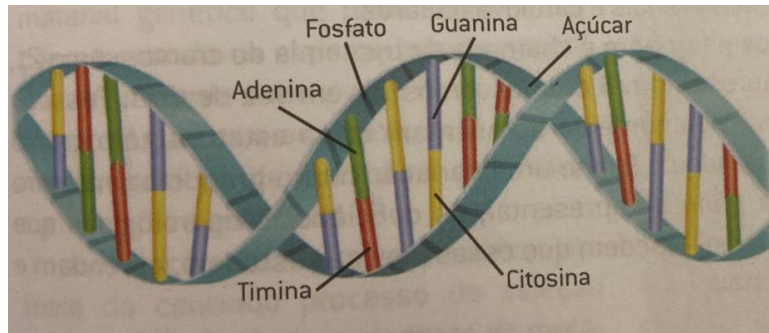


Figura 15: L8-41 – Estrutura e composição do DNA (USBERCO, 2018, p. 75)

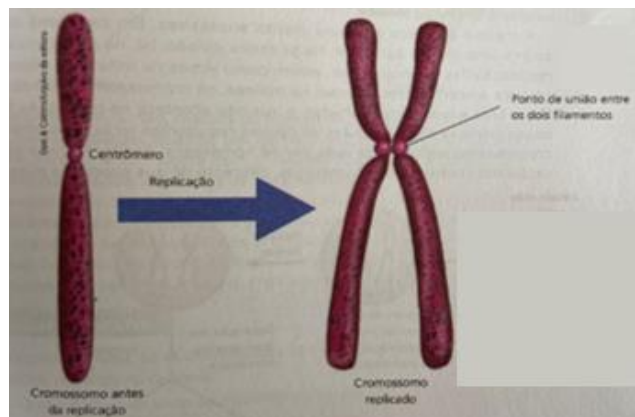


Figura 16: L6-7 – Desenho esquemático de cromossomos (LOPES; AUDINO, 2018, p. 17)

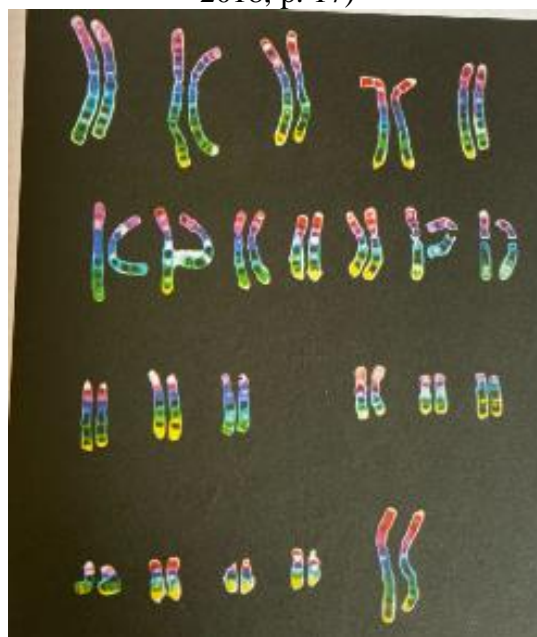


Figura 17: L9-12- Desenho figurativo de cariótipo (SOUZA *et al.*, 2018, p. 213).

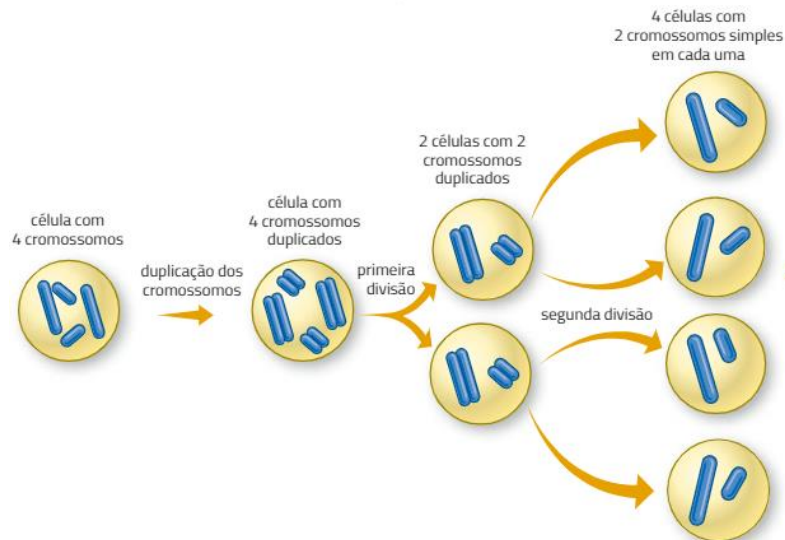


Figura 18: L1-12 – Desenho esquemático representando meiose (GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2019, p. 23)

Essa análise permite inferir a importância dos conceitos estruturantes para o ensino da genética e, ainda, como esses conceitos abstratos são fortemente tratados de forma simbólica no processo de ensino como afirmam Justina e Ferla (2006, p. 115):

A compreensão dos conceitos básicos é essencial ao entendimento das novas tecnologias. Dentre os conceitos básicos para compreensão das novas tecnologias em genética estão: célula, mitose, meiose, gene, cromossomo, DNA, fluxo da informação genética. Essa compreensão pode ser facilitada através de modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem.

Os livros didáticos analisados também trouxeram, por meio de imagens, técnicas associadas à Genética Moderna e Biotecnologia, tais como Clonagem, Utilização de Células-tronco, Organismos geneticamente modificados e Testes de DNA (Figura19). Essa abordagem CTS (Ciência-Tecnologia- Sociedade) objetiva aplicar o conhecimento científico e tecnológico como um processo social onde estão relacionados os aspectos políticos, econômicos, culturais (GENOVESE; RIBEIRO, 2015), considerando que as relações sociais são influenciadas pelo conhecimento proveniente da ciência e as novas tecnologias delimitam novos princípios de valores de convivência social.

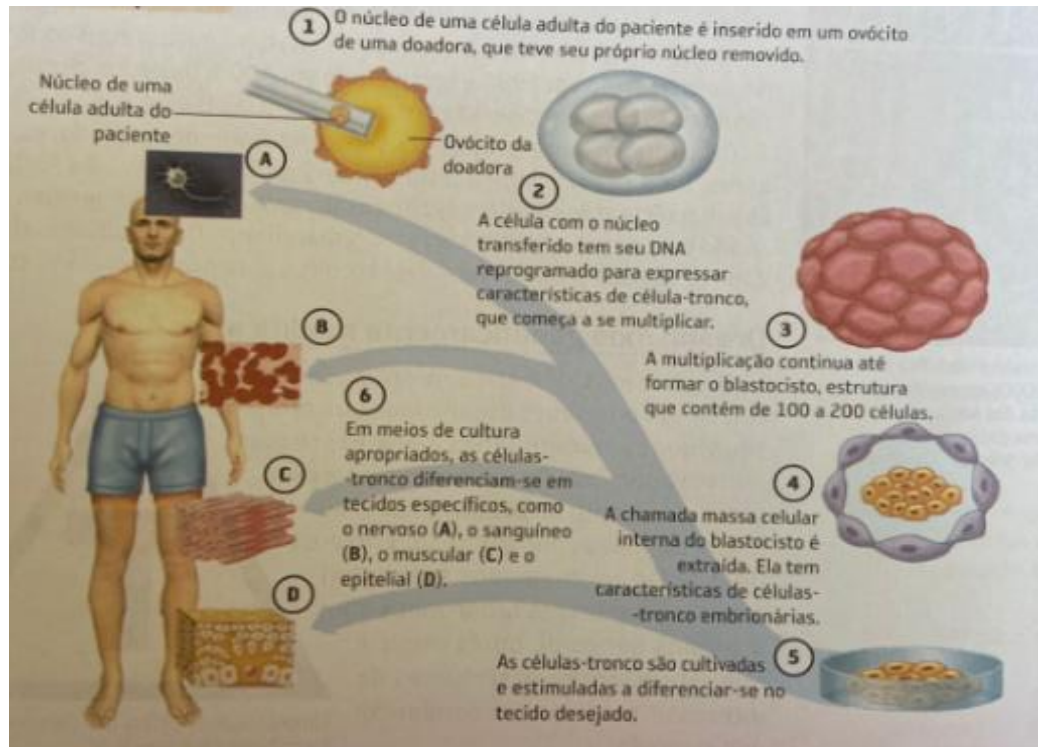


Figura 19: L5-38 – Desenho figurativo sobre Clonagem terapêutica (CARNEVALLE, 2018, p. 146)

Nove livros trazem a representação de Heredogramas no conteúdo e ou exercícios e, seis livros analisados trazem representação do Quadro de Punnet. Essas representações são, em geral, conteúdos mais específicos trabalhados de maneira mais aprofundada no Ensino Médio. Nos livros didáticos aparecem, muitas vezes, relacionados à herança com padrão autossômico de dominância e recessividade, para introduzir a simbologia científica desta área aos estudantes, como demonstrada na figura 20.

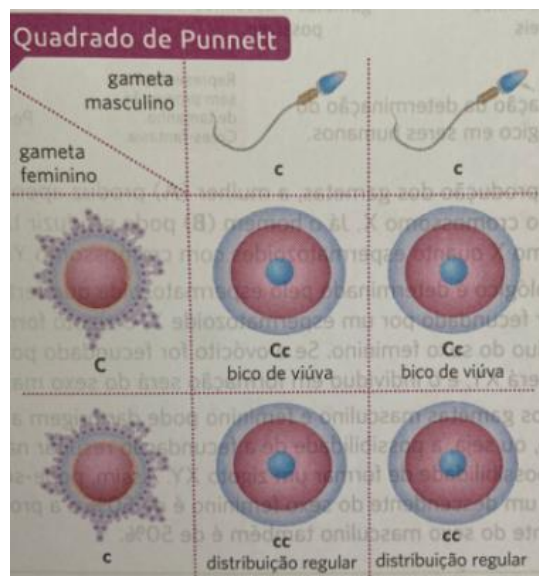


Figura 20: L4-28 – Quadro de Punnet com imagens (MICHELAN, 2018, p. 67).

Considerações finais

Esse estudo evidenciou que os livros didáticos utilizam diferentes tipos de imagens com a intenção de ilustrar conceitos, possibilitar debates e, ainda, apresentar alternativas de vias de aprendizagem para o processo de ensino-aprendizagem da genética no 9º ano do Ensino Fundamental. Demonstrou, ainda, que as imagens procuram contextualizar a genética ao cotidiano do aluno, inserindo fotografias de pessoas de diferentes aspectos fenotípicos.

O ensino de genética é apoiado em imagens associadas ao grau de abstração exigido para seu conhecimento e, dessa forma, recomendam-se novas pesquisas que procurem investigar as potencialidades e dificuldades que cada uma dessas imagens pode trazer aos processos de ensinar e de aprender conteúdos associados à área de Genética.

Referências

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. (2017). As principais dificuldades encontradas no Ensino de Genética na Educação Básica Brasileira. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E FÓRUM PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL*, 10., *Anais[...]*, Aracaju, 2017.

BARROS, M. M. V.; CARNEIRO, M. H. S. Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., *Anais[...]*, São Paulo, Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

BITTENCOURT, C. M. F. **Livro didático e conhecimento histórico: uma história do saber escolar**. 1993. 383 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

BRASIL. **Guia de Livros Didáticos: 1ª a 4ª séries – PNLD 2000/2001**. Brasília-DF: SEF/FNDE/CEALE/CENPEC, 2000.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília-DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL. **PNLD 2020: Ciências** – guia de livros didáticos. Brasília, DF: MEC/SEB, 2019.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagens. **Educação e Sociedade**, v. 25, n. 89, p. 1359-1378, 2004.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. G. A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. **Revista Genética na Escola**, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.

- CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.
- COUTINHO, F. A.; SOARES, A. G.; BRAGA, S. A. M.; CHAVES, A. C. L.; COSTA, F. J. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2010.
- FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. **Sobre educação: diálogos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.
- GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigacion. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.
- GENOVESE, L. G. R; RIBEIRO, T. V. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 1-29, 2015.
- HECK, C. M.; HERMEL, E. E. S. Análise imagética das células em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói, v. 7, p. 1401-1409, 2014.
- JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de compactação do DNA eucarioto. **Arqmudi**, v. 10-2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19924>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- MUNAKATA, K. (2012). O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista Brasileira de História da Educação**, v. 12, n. 3, p. 179-197, 2012.
- NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodas na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2004.
- PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.
- ROCHA, S. J. M; SILVA, E. P. Cegos e Aprendizagem de Genética em sala de aula: percepções de professores e alunos. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 22, n. 4, p. 589-604, 2016.
- SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos Anais dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências sobre Ensino de Genética. In: ENPEC, VII., **Anais[...]**, Florianópolis, 2009.

- SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.
- SOLHA, G. C. F.; SILVA, E. P. Onde está o lugar do conceito de gene? **Episteme**, Porto Alegre, v. 19, p. 45-68, 2004.
- TOPÇU, M. S.; SAHIN-PEKMEZ, E. Turkish middle school students' difficulties in learning genetics concepts. **Journal of Turkish Science Education**, v. 6, n. 2, p. 55, 2009.
- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 97-114, 2015. Especial
- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no Ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Revista Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- VASCONCELLOS, C. S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. São Paulo: Libertad, 1993

Referências dos Livros Didáticos

- Canto, E. L. e Canto, L. C. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**. 9º ano. 6. ed. – São Paulo: Moderna, 2018.
- Carnevalle, M. R. Araribá mais: **Ciências**. 9º ano. 1. ed. – São Paulo: Moderna, 2018.
- Gewandsznajder, F. e Pacca, H. **Teláris Ciências 9º ano**. 3. ed. – São Paulo: Ática, 2019.
- Godoy, L. P. **Ciências: vida e universo 9º ano**. 1. ed. – São Paulo: FTD, 2018.
- Lopes, S. e Audino, J. Inovar: **Ciências da Natureza**. 9º ano. – São Paulo: Saraiva, 2018.
- Michelan, V. S. **Convergências: Ciências**. 9º ano. 2. ed. – São Paulo: Edições SM, 2018.
- Nery, A. L. P. e Killner, G. I. **Geração Alpha: Ciências**. 9º ano. 2. ed. – São Paulo: Edições SM, 2018.
- Pereira, A. M. et al. Apoema: **Ciências**. 9º ano. 1. ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.
- Souza, C. et al. **Tempo de Ciências**. 9º ano. 4. ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.
- Usberco et al. **Companhia das ciências**. 9º ano. 5. ed. – São Paulo: Saraiva, 2018.