

Análise de imagens do processo de divisão celular em livros de Ciências da Natureza - biologia do ensino médio: uma abordagem a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia

Analysis of cell division images in natural sciences textbooks – high school biology: an approach based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning

Josefa Maria Guilherme da Silva Filha¹
Ricardo Ferreira das Neves²

Resumo

O ensino de Biologia compreende conceitos complexos e abstratos, cujos livros didáticos atuam como ferramentas que diminuem a abstração do conteúdo e aproximam o aluno do assunto estudado, auxiliando na aprendizagem. Com isso, este trabalho teve como objetivo analisar imagens de divisão celular em livros de Ciências da Natureza do ensino médio a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). Para pesquisa foram selecionados cinco livros didáticos de Ciências da Natureza e suas tecnologias aprovados pelo PNLD 2021. Com base na TCAM, as imagens do processo de divisão celular foram analisadas, e com isso identificou-se que algumas delas violam os princípios de Coerência, Sinalização e Contiguidade Espacial e ainda apresentam equívocos. Portanto, conclui-se que é muito importante que os docentes analisem os livros didáticos antes de utilizá-los em sala de aula, para evitar que esses venham comprometer a aprendizagem dos discentes.

Palavras chave: divisão celular; multimídia; recurso imagético; livro didático.

Abstract

Biology teaching comprises complex and abstract concepts, with textbooks acting as tools that reduce the abstraction of the content and bring the student closer to the subject studied, assisting in learning. With this in mind, this study aimed to analyze images of cell division in high school science textbooks through the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). Five textbooks on natural sciences and their technologies approved by the "PNLD 2021" were selected for the research. Based on the CTML, the images of the cell division process were analyzed, and it was identified that some of them violate the principles of Coherence, Signalling, and Spatial Contiguity and also present inaccuracies. Therefore, teachers need to

¹ Universidade Federal de Pernambuco | josefamariag94@gmail.com

² Universidade Federal de Pernambuco | ricardo.fneves2@ufpe.br

analyze textbooks before using them in the classroom to ensure they do not hinder students learning.

Keywords: cell division; multimedia; visual aid; textbook.

Introdução

O ensino de biologia compreende conceitos abstratos e complexos que em muitos casos, são difíceis de serem compreendidos por estarem em um plano de limiar visual, à vista desarmada, ou seja, em nível microscópico ou molecular. Diariamente os professores da área enfrentam diversos desafios, porque muitas vezes os assuntos/conteúdos não são atrativos e estimuladores para os discentes por serem apresentados fora do seu campo de visão, sendo desenvolvidos sistematicamente (Duré; Andrade; Abílio, 2018).

Nessa perspectiva, na biologia são abordados diversos temas fundamentais para a compreensão da vida, como a biologia celular, a qual estuda a célula em sua estrutura, função e comportamento (Alberts *et al.*, 2017). Dentre diversos conceitos biológicos básicos da célula, destacamos o processo de divisão celular, pois este conteúdo não se faz de simples compreensão, tendo em vista que quando apresentado apenas na forma oral e escrita dificulta a aprendizagem.

Portanto, é fundamental o desenvolvimento de estratégias que visam facilitar o processo de ensino e aprendizagem, para isso os livros didáticos são importantes instrumentos, porque neles estão inseridas imagens que podem auxiliar o entendimento do sujeito (Silva; Fonseca, 2020).

As imagens estão presentes em nosso cotidiano, e nos livros didáticos elas colaboram no processo de construção do conhecimento, pois possuem aspectos cognitivos e buscam diminuir a abstração conceitual do conteúdo (Neves, 2015; Silva; Neves; Ferreira, 2020), assim elas contribuem para o entendimento de processos e estruturas morfológicas que envolvem os seres vivos.

Nesse contexto, Mayer (2005) propõe a Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM), a qual o mesmo defende que os indivíduos desenvolvem mais efetivamente a aprendizagem por meio de palavras associadas a imagens. Com isso, é notório o potencial imagético nas Ciências Biológicas, em que os assuntos abstratos trazem consigo ilustrações que despertam o interesse em aprender por parte dos alunos, sendo também uma ferramenta importante para o professor, porque auxilia no processo de ensino (Silva; Fonseca, 2020).

Contudo, é importante destacar que mesmo sem intenção, algumas das ilustrações contidas nos livros didáticos são desenvolvidas com elementos próprios do autor, ou seja, imaginários e simbólicos, e isso pode causar dificuldades na compreensão por parte dos alunos, e como consequência diminuir seu valor didático (Neves, 2015).

É fundamental destacar que mesmo as tecnologias multimídias, incluindo materiais didáticos e recursos sejam ferramentas importantes para a aprendizagem, é necessário que os docentes façam uma análise antecipada desses materiais e recursos, isso tanto cognitivamente, ou seja, como será compreendido por parte dos receptores, quanto na construção de práticas pedagógicas mais elaboradas e didáticas (Almeida, *et al.*, 2014; Sousa; Barrio, 2017).

Diante do que foi reportado acima, esta pesquisa buscou analisar sobre como estão apresentadas as imagens do conteúdo de divisão celular em livros didáticos de Ciências da

Natureza (Biologia) do Ensino Médio, a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia. De modo a Caracterizar a abordagem imagética do processo de divisão celular nos livros didáticos do Ensino Médio, identificar as categorias e as imagens de valor didático e valor não didático com enfoque no Princípio de Redução do Processamento Estranho e também analisar os possíveis desvios imagéticos que comprometem a aprendizagem dos discentes por meio da TCAM.

Célula: divisão celular

Em 1665, Robert Hooke fez a primeira observação de células por meio de um microscópio rudimentar no qual examinava cortes de cortiças. Ele percebeu espaços ocupados por unidades mortas (células). Contudo, a Teoria Celular só foi estabelecida décadas depois por Schleiden e Schwann em 1838 e 1939, os quais publicaram trabalhos de investigação sistemática de tecidos de plantas e animais com o microscópio óptico (Carvalho; Pimentel, 2013).

A biologia celular estuda a estrutura, a função e comportamento das células. Todo ser vivo é composto por células, o ser humano é formado por conjuntos de células que se originaram de apenas uma, pois elas são unidades fundamentais da vida, por meio delas é possível compreender nossa existência, fatos históricos que envolvem a terra e sua grande biodiversidade (Alberts *et al.*, 2017).

As células são pequenas unidades revestidas por uma membrana plasmática de constituição proteica com moléculas lipídicas, preenchidas com uma solução aquosa com muitos compostos, e são classificadas em procariontes que não possuem envelope nuclear e eucariontes que apresentam envoltório nuclear, delimitando os componentes do núcleo do citoplasma. Estas ainda variam em aparência e função.

Todos os organismos vivos são formados a partir da divisão celular de uma única célula, que possui a capacidade de criar cópias de si mesmas e nelas estão presentes a informação hereditária de cada espécie (Carvalho; Pimentel, 2013; Alberts *et al.*, 2017). Seguindo essa vertente, a reprodução de uma célula acontece por meio de uma sequência de eventos em que duplica seu conteúdo e se divide em duas, cuja sequência é denominada ciclo celular das células eucarióticas.

O ciclo celular eucariótico costuma acontecer em quatro fases: G1, S e G2 (constituem a interfase) e M (constituída pela mitose e citocinese). A fase G1 é o intervalo entre o término da fase M e o início da fase S e a fase G2 é o intervalo entre o final da fase S e o início da fase M; esses intervalos além de prover mais tempo para a célula duplicar seu material, também permitem o monitoramento dos meios internos e externos para garantir condições adequadas para a próxima fase (Carvalho; Pimentel, 2013).

Na fase S (síntese de DNA) ocorre a duplicação dos cromossomos e na fase M (mitose) acontece a segregação dos cromossomos e por último a divisão celular. Nesta última fase há dois momentos principais: a divisão nuclear (mitose) e a divisão citoplasmática (citocinese) quando a própria célula se divide em duas geneticamente iguais (Carvalho; Pimentel, 2013).

Nas células germinativas, após a fase S acontece a meiose que consiste em duas divisões nucleares sucessivas, denominadas de meiose I e meiose II. No processo meiótico uma única célula-mãe origina quatro células-filhas com metade dos cromossomos da célula-mãe e geneticamente diferentes entre si (Carvalho; Pimentel, 2013).

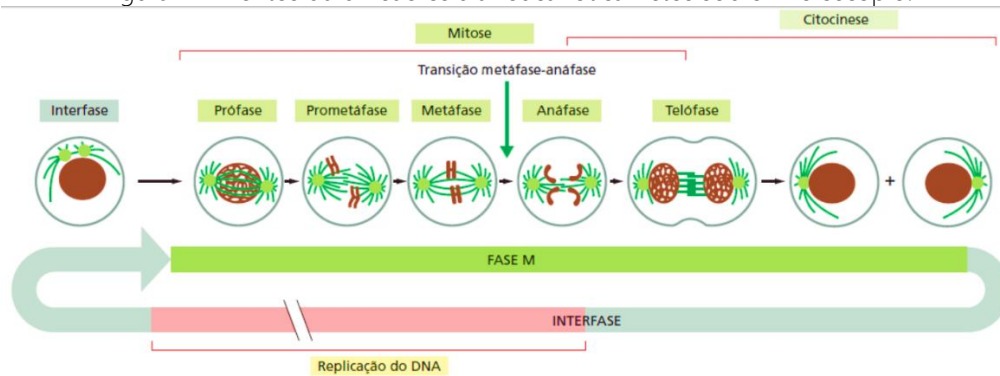
Após a fase G2, inicia-se a fase M que acontece sequencialmente e é dividida em seis estágios: prófase, prometáfase, metáfase, anáfase, telófase e citocinese. A seguir no quadro 1, serão explicitados cada um dos estágios da fase M do ciclo celular.

Quadro 1 - Descrição dos estágios da Fase M do ciclo celular.

Estágios da mitose	Descrição
Prófase	Os cromossomos duplicados iniciam a condensação, enquanto que fora do núcleo, começa a formação do fuso mitótico entre os centrosomos (Principal centro organizador de microtúbulos) que começam a separar-se.
Prometáfase	Inicia-se o rompimento do envelope nuclear para que os cromossomos possam se ligar aos microtúbulos do fuso por meio do cinetócoro, para isso movimentam-se ativamente.
Metáfase	Já condensados ao seu nível máximo, os cromossomos alinham-se no equador do fuso formando a placa metafásica e os microtúbulos dos cinetócoros, em cada cromátide-irmã, se ligam aos polos opostos do fuso.
Anáfase	As cromátides-irmãs se separam e são lentamente puxadas para os respectivos polos do fuso que está ligada, assim contribuindo para a segregação dos cromossomos.
Telófase	Chegam aos polos do fuso os dois conjuntos de cromossomos e acontece a reestruturação de um novo envoltório nuclear em volta de cada conjunto, formando dois núcleos.
Citocinese	Divisão citoplasmática da célula em duas, deixando cada célula com um núcleo e seus constituintes celulares suficientes.

Fonte: Alberts *et al.*, 2017, p. 963-967.

Figura 1 - Eventos da divisão celular eucariótica vistos sob o microscópio.



Fonte: Alberts *et al.*, 2017, p. 966. Coloração fantasia, tamanho não real.

Com base no exposto acima, é possível observar que o processo de divisão celular é um conteúdo de alta abstração, portanto torna-se necessário o auxílio dos livros didáticos, pois estes apresentam recursos imagéticos junto aos textos que contribuem para compreensão do assunto, visto que as imagens diminuem a abstração do conteúdo e despertam o interesse dos discentes (Silva; Fonseca, 2020; Silva; Neves; Ferreira, 2020).

Ensino de biologia celular e a presença de imagens nos livros didáticos do Ensino Médio

A Biologia surgiu no século XX, e desde então passou por diversas mudanças a fim de unir os tópicos que a compunha com o bloco de história natural, essas mudanças trouxeram consigo uma nova perspectiva em fazer ciência, não apenas conceitual, mas também de forma a desenvolver o pensamento crítico e científico (Krasilchik, 2008).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) a disciplina Biologia faz parte da grade curricular do Ensino Médio na área das Ciências da Natureza (Brasil, 2000). Nesse contexto, o ensino de biologia é fundamental, pois compreende-la é conseguir reconhecer a ciência como importante para sociedade e suas tecnologias modernas, além disso, entender todos os processos que envolvem os seres vivos (Krasilchik, 2008).

A vista disso, os PCNEM orientam a construção de novos currículos que tratem de questões atuais da sociedade, como as transformações econômicas e tecnológicas, de modo que o estudo das ciências deve contribuir para formação de cidadãos (Brasil, 2000).

Entretanto para que isso ocorra, a prática docente necessita ser revisada, pois é essencial que o professor desenvolva estratégias que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem, porque muitos conteúdos de biologia são de difícil compreensão e quando abordados de maneira abstrata e sem a conexão com o cotidiano, torna-se incompreensível e acaba dificultando a construção do conhecimento (Piffero *et al.*, 2020).

Desse modo, na biologia podemos destacar o processo de divisão celular que envolve diferentes fases, que são complexas e só podem ser visualizadas (na prática) em laboratório de ciências através de microscópios, e dependendo da estrutura e processo considerado, não é qualquer microscópio que irá possibilitar tal visualização, para isso existem diferentes tipos com diferentes resoluções. Ex.: microscópio óptico, eletrônico de transmissão, eletrônico de varredura, etc.

De acordo com o levantamento do Censo Escolar 2018, do Ministério da Educação (MEC), apenas 44,1% das escolas no Brasil possuem laboratório de ciências e dentre estas apenas 38,8% são públicas e 57,2% são da rede particular de ensino (Brasil, 2018). Assim, a prática se torna inviável, devido à ausência de um espaço adequado e estruturado para a realização da visualização *in lócus* das células.

Com isso, a principal ferramenta utilizada pelos professores na escola, principalmente na rede pública de ensino é o livro didático (LD), visto que também é mais acessível aos discentes (Moraes, 2011). Ele representa um recurso de grande importância, pois auxilia no processo de ensinar e aprender. Os livros contêm textos acompanhados de imagens que permitem uma melhor compreensão durante a leitura e aproxima o leitor do conteúdo (Darroz; Rosa; Giarretta, 2017).

Em 1985, o governo federal lançou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com o intuito de oferecer LD por meio da distribuição na educação básica e de melhorar a qualidade da educação nas escolas públicas. Porém, a escolha desses livros ocorre de acordo com os aspectos sociais e cognitivos de cada região, conforme se adequam aos projetos pedagógicos de cada escola (Sobrinho, 2016; Brasil, 2016; Sousa; Barrio, 2017).

A Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), estabelecendo que escolas deverão ampliar a carga horária de 800 horas anuais para 1.000 horas anuais (até 2022). Progressivamente, deverão oferecer 1.400 horas mínimas anuais de carga horária, tornando-

se escolas de tempo integral. A Lei também atualizou a estrutura do Ensino Médio o organizando em quatro seguintes áreas de conhecimento: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas tecnologias (Brasil, 2017; Brasil, 2018).

Com base nisso, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2021, modificou a estrutura e a metodologia dos livros didáticos do ensino médio, dividindo-os nas devidas áreas de conhecimento estabelecidas. Respectivamente, a disciplina biologia, unificou-se a física e química, as três compõem a área de conhecimento de Ciências da Natureza (Brasil, 2018). Um aspecto importante a ressaltar é que alguns conteúdos de biologia se apresentam de maneira resumida nos livros didáticos, como por exemplo, o assunto de divisão celular, inclusive muitos livros não abordam esse conteúdo.

Nesse viés, quando presente nos livros de Ciências da Natureza e suas tecnologias, o conteúdo sobre biologia celular é organizado em capítulos que abordam a introdução do estudo da célula, estrutura e seus processos químicos; dentre os capítulos de biologia celular ou genética encontra-se o processo de divisão celular, no qual contém interfase, mitose e meiose.

O conteúdo é apresentado com textos e imagens, isso se deve ao potencial que o recurso imagético possui para o ensino de Ciências e Biologia, pois imagens chamam a atenção do leitor, facilita a compreensão do texto, torna o assunto menos abstrato e interliga com o cotidiano (Tomio *et al.*, 2013; Neves, 2015).

Para que os livros didáticos (LD) sejam eficientes na perspectiva da aprendizagem, o professor deve analisar e revisar minuciosamente seus conteúdos, linguagem verbal, e as ilustrações presentes, de forma que se constate que irão contribuir na construção do conhecimento (Silva, 2013). Entretanto, se as ilustrações apresentarem equívocos ou não possuírem valor didático, esse recurso se torna uma barreira no aprendizado do aluno e pode causar uma sobrecarga cognitiva no leitor (Sobrinho, 2016; Sousa; Barrio, 2017).

Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM)

Em 2001, Richard Mayer professor de Psicologia da Universidade da Califórnia, instituiu a Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM) através de seus trabalhos. Suas pesquisas na área da educação levam em consideração cognição e ensino, ou seja, o funcionamento da mente humana e como isso pode contribuir no processo ensino-aprendizagem (Mayer, 2001).

A TCAM estabelece princípios norteadores com intuito de avaliar o nível do potencial das imagens contidas em materiais didáticos, possibilitando que o docente possa analisá-las antes de utilizá-las em sala de aula (Neves; Leão; Ferreira, 2016).

A vista disso, essa teoria indica que quando os materiais verbais e não verbais estão unificados em sincronia melhoram a aprendizagem, ou seja, palavras (faladas ou escritas) combinadas às imagens (gráficas, ilustrações, fotos, animações ou vídeos), estas podem estar presentes em livros didáticos, aulas on-line, animação, narração ou jogos de simulação interativos, entre outros (Mayer, 2009).

Diante disso, com a finalidade de minimizar a sobrecarga cognitiva e maximizar a aprendizagem, Mayer estabeleceu 12 Princípios Multimídias (Quadro 2) que são organizados em três partes principais, com o objetivo de que o estudante possa alcançar o melhor desempenho na compreensão do conteúdo imagético (Mayer, 2009).

Quadro 2: Princípios Multimídias estabelecidos por Mayer.

Carga	Princípios
Redução de Processamento Estranho	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio da Coerência: A aprendizagem ocorre melhor quando materiais estranhos (palavras, imagens e sons) são excluídos. As mensagens devem ser claras e coerentes e, por isso, devem excluir informações estranhas e/ou irrelevantes. • Princípio da Sinalização: A aprendizagem ocorre melhor quando são adicionados sinais que destacam a organização do material. • Princípio de Contiguidade Espacial: A aprendizagem ocorre melhor quando palavras e imagens são apresentadas perto um do outro na página. A informação verbal e gráfica deverá estar próxima e não separada (mesma página). • Princípio de Redundância: A aprendizagem ocorre melhor com animação e narração do que animação, narração e texto escrito. • Princípio de Contiguidade Temporal: A aprendizagem ocorre melhor quando palavras correspondentes e imagens são apresentadas simultaneamente em vez de sucessivamente. A informação verbal e gráfica deverá ocorrer o mais sincronicamente possível (por exemplo: imagem e som simultaneamente).
Gerenciamento de Processamento Essencial	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio da Segmentação: A aprendizagem ocorre melhor quando uma aula é apresentada nos segmentos ao estudante e não como uma unidade contínua. • Princípio de Pré-treinamento: A aprendizagem ocorre melhor quando o estudante recebe pré-treinamento dos nomes e das características dos principais conceitos. • Princípio de Modalidade: A aprendizagem ocorre melhor a partir de animação e narração do que animações e texto escrito.
Promoção de Processamento Generativo	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio de Personalização: A aprendizagem ocorre melhor quando as palavras são em estilo de conversação (coloquial), em vez de estilo formal. • Princípio de Voz: A aprendizagem ocorre melhor quando as palavras são faladas por uma simpática voz humana ao invés de voz computacional. • Princípio da Imagem: A aprendizagem ocorre melhor quando a imagem do orador é adicionada à tela. • Princípio de Multimídia: A aprendizagem ocorre melhor com palavras e imagens do que só por palavras. A informação verbal e gráfica combinada produz melhores resultados que cada uma individualmente, devendo a informação gráfica ser relevante à informação verbal.

Fonte: Mayer (2009, p. 03, tradução nossa).

Os princípios estabelecidos pela TCAM demonstrados acima colaboram para diminuir ou até solucionar problemas na aprendizagem relacionados ao uso de imagens em textos. Portanto, a partir dessa teoria é possível analisar o conteúdo de divisão celular presente em livros de Ciências da Natureza (biologia) do Ensino Médio, com o propósito de avaliar como esses mesmos apresentam os processos imagéticos ligados ao conteúdo.

Além disso, segundo Coutinho *et al.* (2010), também é possível descrever as ilustrações em: com valor didático e sem valor didático e categorizá-las em: explicativas, decorativas, representacionais e organizacionais.

Metodologia

A pesquisa apresentou um caráter descritivo, pois teve como objetivo descrever os fatos que compreendem o objeto estudado (Souza; Kerbauy, 2017). Para a realização da pesquisa foram selecionados cinco livros de Ciências da Natureza (biologia) que continha o conteúdo de divisão celular, todos do Ensino Médio utilizados em 2022, e que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021.

Quadro 3: Livros didáticos utilizados na pesquisa

Classificação/Livros didáticos do Ensino médio	Ano	Títulos	Editores	Edição	Volume	Autores
L1	2020	Conexões	Moderna	1ª	5	THOMPSON, M.; <i>et al.</i>
L2	2020	Diálogo	Moderna	1ª	4	SANTOS, K. C.
L3	2020	Moderna Plus	Moderna	1ª	1	AMABIS, J. M.; <i>et al.</i>
L4	2020	Multiversos: Ciências da Natureza	FTD	1ª	6	GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C.
L5	2020	Ser Protagonista	SM Educação	1ª	6	FUKUI, A.; <i>et al.</i>

Fonte: Guia digital de livros didáticos do Ensino Médio, PNLD, 2021.

A análise das imagens do conteúdo de divisão celular nos livros didáticos de Ciências da Natureza (biologia) foi baseada nas perspectivas da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM).

Posteriormente, as imagens que apresentavam Valor Didático foram analisadas com foco no Princípio de Redução do Processamento Estranho com base nos critérios estabelecidos por Coutinho *et al.* (2010) conforme o quadro 4.

Quadro 4: Relação entre princípios multimídias e critérios de exclusão das imagens.

Princípios	Crítérios de análises
Coerência	Insatisfatório quando a imagem apresenta elementos estranhos, com informações irrelevantes que desviam a atenção do leitor e com erros conceituais.
Sinalização	Insatisfatório quando a imagem apresenta conteúdo de maneira desorganizada, não possui destaques, nomes de estruturas ou processos, e não possui cores fantasias ou tamanho não real.
Contiguidade Espacial	Insatisfatório quando a imagem e o conteúdo referente não estão no mesmo quadrante ou quando um ou outro se apresentam em páginas diferentes.

Fonte: Adaptado de Coutinho *et al.*, 2010, p. 07.

Com isso, a pesquisa também se fundamentará na classificação das ilustrações com Valor Didático e Sem Valor Didático a partir das ideias de Coutinho *et al.* (2010), que foram classificadas nas quatro categorias seguintes:

Decorativas (D): São ilustrações cujo intuito é o entretenimento do leitor, estas não possuem valor instrumental e não trazem informações para agregarem ao trecho do conteúdo em questão. (Sem valor didático).

Representacionais (R): Ilustrações com um único elemento, ou seja, sem identificação das partes constituintes. (Sem valor didático).

Organizacionais (O): São ilustrações que se relacionam entre os elementos e apresentam indicações de partes constituintes. (Com valor didático).

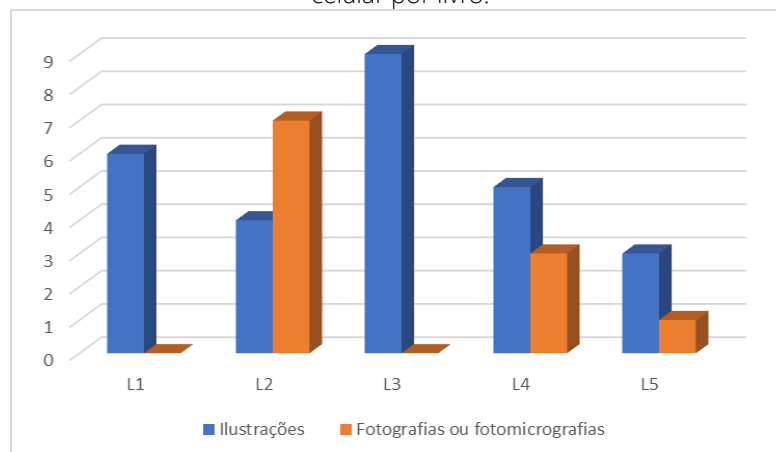
Explicativas (E): São ilustrações que explicam os processos e funcionamento de um sistema. (Com valor didático).

Por fim, a partir dessas considerações será abordado posteriormente os resultados e discursões referentes as imagens do conteúdo de divisão celular, encontradas nos livros analisados durante a elaboração da pesquisa.

Resultados e discussão

Durante a pesquisa foram analisados cinco livros didáticos que abordavam o conteúdo referente ao processo de divisão celular. Contudo, foi possível observar que nestes livros a temática é apresentada de maneira bastante resumida, exibindo poucas imagens, principalmente as fotografias e as fotomicrografias, como demonstrado no gráfico 1, abaixo.

Gráfico 1: Quantidade de ilustrações e fotografias ou fotomicrografias sobre o processo de divisão celular por livro.



Fonte: A Autora, 2022.

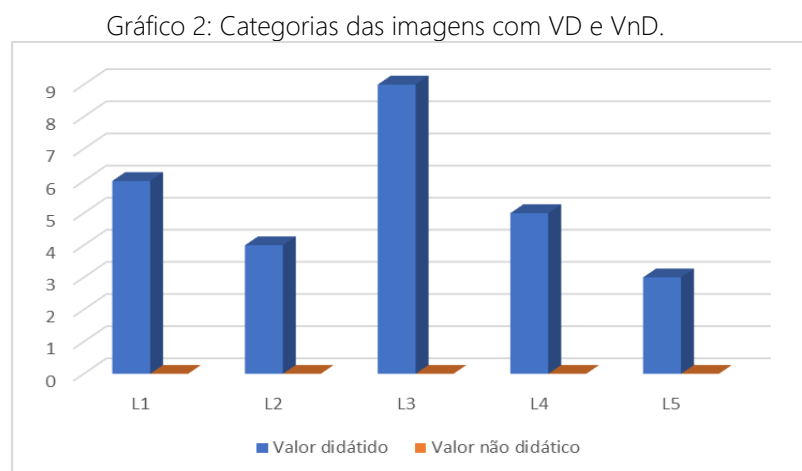
A partir do gráfico acima, observamos que os livros analisados apresentam um número de ilustrações e fotografias ou fotomicrografias consideravelmente baixas, destacando os livros L1 e L3 que não exibem fotografias ou fotomicrografias e o livro L5 com apenas uma.

Um livro com um número reduzido de imagens pode acarretar na dificuldade de assimilação, tendo em vista que o assunto é complexo e de difícil compreensão, as ilustrações, fotografias ou fotomicrografias se mostram fundamentais, porque diminuem a abstração do conteúdo e facilitam o entendimento dos processos estudados (Neves, 2015). Pois, as

fotografias retratam a realidade e as ilustrações possibilitam a criação de cenários criativos e imaginativos.

A pouca usabilidade de imagens podem dificultar o entendimento do conteúdo, visto que por ser um assunto que envolve conceitos e subconceitos, processos e fenômenos em escala microscópica ou molecular, oportunizar imagens pode fomentar a aprendizagem do estudante (Neves; Carneiro-Leão, Ferreira, 2016).

A partir disso, foram identificados em L1 à L5, um total de 27 imagens classificadas como: Valor didático (VD), que são as organizacionais e explicativas, e de Valor não Didático (VnD), que engloba as Decorativas e Representacionais, de acordo com a classificação de Coutinho *et al.* (2010). Conforme a representação do gráfico 2, a seguir.



Fonte: A Autora, 2022.

Baseando-se no gráfico, é possível observar que os livros apresentam apenas imagens de VD (Organizacional e Explicativa), porquanto não foram encontradas imagens de VnD (Decorativa e Representacional).

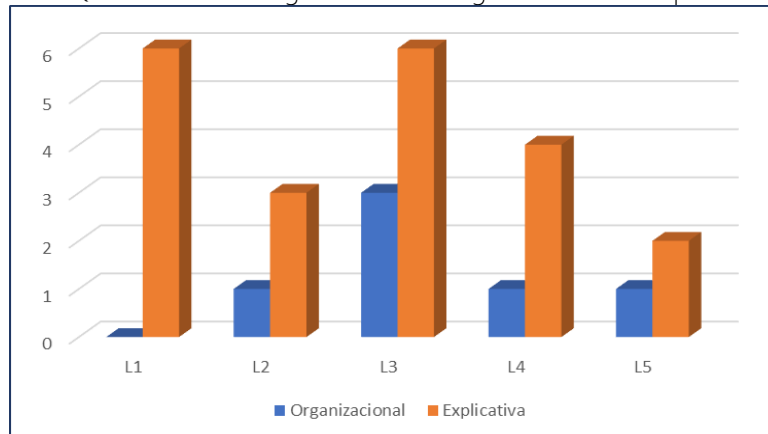
A dominância das imagens de VD nos livros analisados demonstra que os autores priorizaram conduzir os leitores a interpretação de estruturas e processos, oportunizando uma melhor construção da aprendizagem, tendo em vista que as imagens se apresentam em concordância com o assunto, como destaca Mayer, (2005).

Outra explicação possível para esses resultados, pode ser pelo fato de que houve uma junção dos conteúdos de biologia, física e química em um único livro, o de Ciências da Natureza, em que o assunto de divisão celular se apresenta de maneira resumida. Possivelmente optou-se apenas por imagens de VD para representar o conteúdo, por ser abstrato e com foco em esquemas e processos.

Portanto, a frequência de imagens de VnD vêm diminuindo gradualmente, tornando um aspecto positivo, uma vez que essas contribuem negativamente para a aprendizagem e desviam a atenção do aluno, enquanto que as imagens de VD colaboram cognitivamente no processo de ensino-aprendizagem (Coutinho *et al.*, 2010; Ruppenthal; Schetinger, 2013; Silva; Neves; Silva, 2022).

Consideramos o potencial das imagens com VD durante a análise nos livros utilizados na pesquisa. Com isso, o gráfico 3, a seguir, apresenta a quantidade de imagens organizacionais e explicativas em cada livro.

Gráfico 3: Quantidade de imagens com VD: organizacionais e explicativas.



Fonte: A Autora, 2022.

Em conformidade com o gráfico acima, podemos observar que os livros possuem imagens explicativas e organizacionais, com exceção do L1 que não possui imagens organizacionais. O livro L3 apresentou o maior quantitativo de imagens somando as organizacionais e explicativas, comparado aos demais; destacamos ainda a presença constante de imagens explicativas que apareceram com maior frequência em todos os livros.

Isso é um aspecto positivo, de modo que esse tipo de imagem indica o funcionamento de sistemas, auxiliando na compreensão de processos envolvidos dentro do conteúdo (Coutinho *et al.*, 2010; Neves; Carneiro-Leão; Ferreira, 2016).

Seguindo essa vertente, com o objetivo de reduzir o processamento estranho/diagnosticar possíveis desvios nas imagens com VD, Coutinho *et al.* (2010) constituiu os Princípios da Coerência (PC), Sinalização (PS) e Contiguidade Espacial (PCE), para imagem fixa. A tabela 1, a seguir, demonstra a distribuição das imagens em cada livro segundo os princípios mencionados acima.

Tabela 1: Imagens de Valor Didático que violam os Princípios da Coerência (PC), Sinalização (PS) e Contiguidade Espacial (PCE).

Livros	VD Organizacionais			VD Explicativas			TOTAL
	PC	OS	PCE	PC	PS	PCE	
L1	0	0	0	2	0	3	5
L2	0	0	0	0	1	2	3
L3	0	0	0	0	1	1	2
L4	0	0	0	0	1	0	1
L5	0	0	0	0	2	0	2
TOTAL	0	0	0	2	5	6	13

Fonte: A Autora, 2022.

Na tabela acima, é possível observar o número total de imagens de VD que transgredem os princípios citados anteriormente. De um total de 27 imagens explicativas analisadas, 13

apresentam algum desvio/equívoco, enquanto que nenhuma das imagens organizacionais violam os princípios.

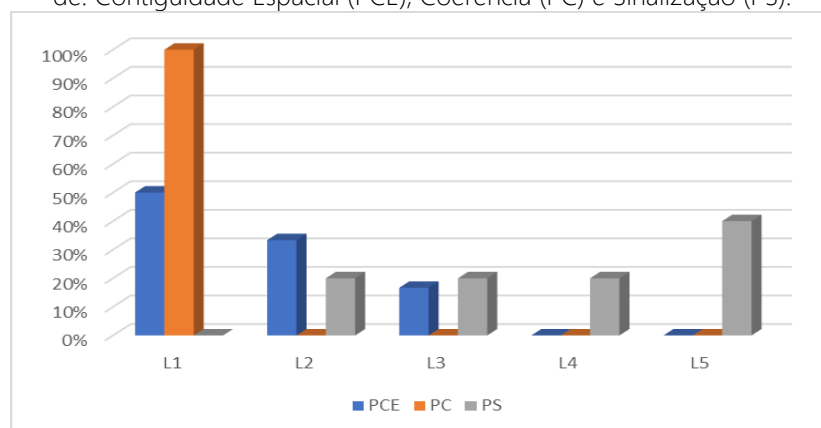
As imagens que apresentam o maior número de desvios estão relacionadas ao Princípio da Contiguidade Espacial, sendo quase metade das imagens apontadas na tabela. Logo em seguida um número aproximado de imagens que contravêm o Princípio de Sinalização.

Então, mesmo que os livros didáticos analisados tenham apresentado apenas imagens de VD, é importante salientar que estas ainda possuem elementos que conduzem o leitor a uma percepção distorcida ou a não compreensão do conteúdo exibido.

Com isso, é importante e necessário que o docente analise de forma crítica o conteúdo e as imagens que o segue, antes de trabalhá-los em sala de aula, para evitar que os alunos interpretem as informações erroneamente e de maneira a distorcer a sua visão científica (Neves, 2015).

Como as imagens de VD organizacionais não demonstram desvios imagéticos, no gráfico 4, a seguir, podemos observar a porcentagem de imagens de VD explicativas que infringem os princípios multimídias em cada livro.

Gráfico 4: Porcentagem individual dos livros contendo imagens explicativas que violaram os princípios de: Contiguidade Espacial (PCE), Coerência (PC) e Sinalização (PS).



Fonte: A Autora, 2022.

Como representado no gráfico 4 acima, o desvio do Princípio de Contiguidade Espacial (PCE) teve porcentagem em quase todos os livros e não apareceu apenas no L4 e L5, sendo que o princípio de Sinalização (PS) teve recorrência em todos com exceção no L1, este último foi o único que infringiu o Princípio da Coerência (PC), enquanto que em L2, L3, L4 e L5 não houve desvios neste princípio.

Com base nisso, o Princípio de Contiguidade Espacial, por não estar com as imagens no mesmo quadrante dos textos nas páginas, dificulta a compreensão por parte do leitor, uma vez que ler apenas o conteúdo escrito e depois tem que associar a imagem que se encontra em outro momento, isso pode causar uma sobrecarga cognitiva no aluno (Almeida *et al.*, 2014).

Por fim, o segundo mais recorrente foi o Princípio de Sinalização, que acontece pela ausência de sinais nas imagens ou informações na legenda, com destaque as cores fantasias e a real proporcionalidade, a ausência dessas informações podem causar um entendimento errôneo ao leitor (Mayer, 2005; Almeida *et al.*, 2014).

Considerações finais

Considerando os resultados, foi possível observar que nos livros analisados não há imagens de VnD referente ao conteúdo, sendo isso um ponto positivo, por outro lado o quantitativo diminuto de imagens organizacionais foi constatado, contudo, quando presentes estas não apresentam desvios nos princípios multimídias, diferentemente das imagens organizacionais, que apesar de serem em maior número denotam um número relevante de desvios. Assim, vale salientar que as imagens devem ser analisadas de acordo com os princípios para não causar confusão ou conduzir a aprendizagem de conceitos equivocados nos alunos.

Com isso, destacamos a relevância do livro didático como um instrumento acessível que auxilia o professor e os alunos no processo de ensino e aprendizagem fazendo uso de imagens que objetiva aproximar o leitor do assunto, diminuindo respectivamente a abstração do tema estudado. Portanto, evidenciamos aos docentes a importância da análise prévia dos conteúdos que contém imagens nos livros didáticos de Ciências da Natureza (biologia), para evitar possíveis desvios imagéticos que podem comprometer cognitivamente a aprendizagem dos discentes, visto que o livro é o recurso mais utilizado nas aulas de biologia e objetiva promover o conhecimento científico do discente.

Referências

- ALBERTS, B. *et al.* *Fundamentos da Biologia Celular*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ALMEIDA, R. R. *et al.* Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, p. 1003-1017, 2014.
- AMABIS, J. M. *et al.* *Moderna Plus: ciências da natureza e suas tecnologias: o conhecimento científico*. São Paulo: Moderna, 2020.
- BRASIL. FNDE. *Programas: PNLD*. Brasília: Ministério da Educação, 2016. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-apresentacao>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. *Diário Oficial da União*: Seção 1, Brasília, DF, ano 2017, n. 35, p. 1-440, 16 fev. 2017. CMP 746/2016. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/02/2017&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=440>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo escolar da educação básica 2018 notas estatísticas*. Brasília – DF, janeiro de 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf. Acesso em: 09 abr. 2022
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 de ago. 2022.

- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Novo Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- CARVALHO, H. F.; PIMENTEL, S. M. R. *A Célula*. 3. ed. Barueri: Manole, 2013.
- COUTINHO, F. A. *et al.* Análise do Valor Didático de Imagens presentes em Livros de Biologia para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*, Belo Horizonte, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2010.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. Uso de imagens esportivas no ensino de mecânica: uma análise nos livros didáticos de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 125-144, 2017.
- DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. O ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com seu cotidiano? *Experiência em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.
- FUKUI, A. *et al.* *Ser Protagonista: ciências da natureza e suas tecnologias – vida, saúde e genética*. 1. ed. São Paulo: SM Educação, 2020.
- GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. *Multiversos: ciências da natureza – ciência tecnologia e cidadania*. São Paulo: FTD, 2020.
- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.
- MAYER, R. E. *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- MAYER, R. E. *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, 2001.
- MORAES, J. U. P. O livro didático de Física e o Ensino de Física: suas relações e origens. *Scientia Plena*, Sergipe, v. 7, n. 9, 2011.
- NEVES, R. F. *Abordagem do conceito de célula: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)*. 2015. 264 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- NEVES, R. F.; LEÃO, A. M. C.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 94-105, 2016.
- PIFFERO, L. F. *et al.* Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. *Ensino & Pesquisa*, União da Vitória-PR, v. 18, n. 2, p. 48-63, 2020.
- SANTOS, K. C. *Diálogo: ciências da natureza e suas tecnologias - Energia e sociedade: uma reflexão necessária*. São Paulo: Moderna, 2020.
- SILVA, D. G.; NEVES, R. F.; FERREIRA, H. S. Desenho de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre os princípios da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 246-267, 2020.
- SILVA, K. S.; FONSECA, L. S. Bases neuroeducativas do papel das ilustrações: uma proposta de análise de livro didático. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 101, p. 36-56, 2020.

SILVA, R. N. O livro didático: reflexões sobre critérios de seleção e utilização. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 44, p. 98-101, 2013.

SILVA, J. M. *Análise imagética sobre a abordagem de conteúdos da Histologia em livros didáticos de Biologia*. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE, 2019.

SILVA, J. V.; DAS NEVES, R. F.; SILVA, E F. A. As imagens do sistema genital humano em livros de biologia: uma abordagem a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 54100-54119, 2022.

SOBRINHO, M. F. *Temas sociocientíficos no Enem e no livro didático: limitações e potencialidades para o ensino de Física*. 2016. 349 f. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação) - Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2016.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, Uberlândia. v. 31, n. 61, p. 1-19, 2017.

SOUSA, R. M.; BARRIO, J. B. M. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. *Anais [...] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina*, 2017.

THOMPSON, M. *et al. Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias: Terra e equilíbrios*. São Paulo: Moderna, 2020.

TOMIO, D. *et al. As imagens no Ensino de Ciências: o que dizem os estudantes sobre elas?* *Revista Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 10, n. 1, 2013.