

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

ANÁLISE DAS REPRESENTAÇÕES VISUAIS DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL EM LIVROS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA ATRAVÉS DA TEORIA COGNITIVISTA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

ANALYSIS OF VISUAL REPRESENTATIONS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN SCIENCE AND BIOLOGY BOOKS USING THE COGNITIVE THEORY OF MULTIMEDIA LEARNING

ANÁLISIS DE LAS REPRESENTACIONES VISUALES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL EN LIBROS DE CIENCIAS Y BIOLOGÍA A TRAVÉS DE LA TEORÍA COGNITIVISTA DEL APRENDIZAJE MULTIMEDIA

Cláudio Vitor da Silva¹, João Paulo Cunha de Menezes²

Resumo

Este trabalho buscou identificar a aplicabilidade da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) nas representações visuais do sistema nervoso central presentes nos livros de ciências do ensino fundamental e médio. As imagens foram avaliadas quanto ao seu valor didático e foram classificadas em decorativa, representacional, organizacional ou explicativa. Foram analisados os princípios de contiguidade espacial, coerência e sinalização na apresentação das imagens. Os resultados mostraram a aplicabilidade dos fundamentos e princípios da TCAM nos livros didáticos analisados. Concluiu-se que muitos dos princípios da TCAM são aplicados na construção dos livros, o que pode favorecer a construção de uma aprendizagem mais significativa para a temática envolvida, especialmente quando se trata de conceitos complexos como o sistema nervoso central.

Palavras-chave: Ensino; Aprendizagem; Livros Didáticos; Representações Visuais.

Abstract

This work aimed to identify the applicability of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) in the visual representations of the central nervous system present in science books for elementary and high school education. The images were evaluated for their didactic value and classified as decorative, representational, organizational, or explanatory. The principles of spatial contiguity, coherence, and signaling in the presentation of images were analyzed. The results showed the applicability of the fundamentals and principles of CTML in the analyzed textbooks. It was concluded that many of the principles of CTML are applied in the construction of textbooks, which can favor the construction of more meaningful learning for the subject involved, especially when it comes to complex concepts such as the central nervous system.

Keywords: Teaching; Learning; Textbooks; Visual Representations.

¹ Graduação em Abi - Ciências Biológicas - Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - Brasil. Assistente administrativo - Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - Brasil. **E-mail:** claudiovitorino.silva@gmail.com

² Doutor em Recursos Hídricos - Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG - Brasil. Professor Adjunto da Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - Brasil. **E-mail:** jpaulo_bio@hotmail.com

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo identificar la aplicabilidad de la Teoría Cognitiva de Aprendizaje Multimedia (TCAM) en las representaciones visuales del sistema nervioso central presentes en los libros de ciencias para la educación primaria y secundaria. Se evaluaron las imágenes por su valor didáctico y se clasificaron como decorativas, representacionales, organizacionales o explicativas. Se analizaron los principios de contigüidad espacial, coherencia y señalización en la presentación de imágenes. Los resultados mostraron la aplicabilidad de los fundamentos y principios de la TCAM en los libros de texto analizados. Se concluyó que muchos de los principios de la TCAM se aplican en la construcción de los libros de texto, lo que puede favorecer la construcción de un aprendizaje más significativo para el tema involucrado, especialmente cuando se trata de conceptos complejos como el sistema nervioso central.

Palabras clave: Enseñanza; Aprendizaje; Libros de texto; Representaciones visuales.

1 Introdução

Ensinar sobre o sistema nervoso central pode ser uma tarefa desafiadora, especialmente no ensino básico, pois requer a compreensão de conceitos científicos complexos e muitas vezes abstratos. De fato, os assuntos trabalhados dentro das áreas de conhecimento de ciências naturais podem ser considerados complicados, principalmente devido ao grande número de nomenclaturas científicas envolvidas. No entanto, é possível abordá-los de maneira eficaz e acessível, mesmo para estudantes mais jovens (KVELLO; GERICKE, 2021). É importante lembrar que esses conteúdos programáticos são necessários para explicar e entender a natureza e o mundo ao nosso redor (LACERDA; ALBÍNO, 2017).

Tradicionalmente, os conteúdos curriculares sobre o sistema nervoso central são ensinados como qualquer outro sistema orgânico, como por exemplo, o respiratório ou o circulatório (tanto) no ensino fundamental quanto no ensino médio. Sua anatomia e localização dentro do corpo são comumente descritas, seguidas pela relação de sua estrutura para funcionar no nível de células individuais, órgãos e sistemas. Sendo uma das temáticas abordadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no ensino fundamental estando presente nas habilidades EF06CI07, EF06CI09 e EF06CI10 e no ensino médio por meio das habilidades EM13CHS102, EM13CHS201 e EM13CHS204. Essas habilidades têm como objetivo aprofundar o estudo do sistema nervoso, permitindo aos estudantes a compreensão de forma mais ampla de sua estrutura e funcionamento, bem como as suas relações com outras áreas do conhecimento, como a percepção sensorial, a cognição, comunicação e adaptação ao meio ambiente (BRASIL, 2017, 2018; KVELLO; GERICKE, 2021). No entanto, cabe destacar que, a promoção efetiva do ensino do sistema nervoso requer atenção e abstração do conteúdo por parte do leitor, tanto para os estudantes como para os professores, o que pode acarretar um esforço mental maior a quem estiver trabalhando com esta temática. Portanto, é necessário que haja recursos didáticos que facilitem o entendimento desse sistema de forma que seja possível que os estudantes compreendam a importância dos processos fisiológicos abordados.

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

Neste cenário, o livro didático possui um papel fundamental no ensino teórico, pois, o mesmo se mostra um importante recurso didático para mediar conceitos e teorias científicas para os estudantes. No Brasil, existe o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), criado pelo Ministério da Educação em 1985 com o objetivo de fornecer material didático de qualidade para as escolas públicas de todo o país. O programa é responsável pela seleção, aquisição e distribuição de livros didáticos e outros materiais para as escolas públicas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. O PNLD é renovado a cada três anos e os livros didáticos adotados são selecionados por meio de um processo de avaliação criterioso, que envolve a análise de vários aspectos, como conteúdo, qualidade editorial, atualização, correção gramatical, entre outros critérios estabelecidos pelo Ministério da Educação.

Os livros didáticos são materiais instrucionais importantes que os estudantes utilizam para apropriar-se do conhecimento durante o período escolar. Eles são usados em todos os níveis de ensino como um organizador primário do conhecimento do conteúdo (CHIAPPETTA; FILLMAN, 2007), fornecendo representações escritas e visuais de conceitos e ideias que são projetadas para ajudar na aquisição de conhecimentos de forma sistemática e progressiva, começando com conceitos mais simples e avançando para conceitos mais complexos. Os livros didáticos facilitam o processo de aprendizagem, permitindo que os estudantes conectem teorias e fenômenos do mundo real. Essa conexão geralmente é feita por meio de representações diagramáticas. É por isso que, se forem bem utilizados, podem ser um recurso didático eficiente para melhorar os processos de ensino e aprendizagem (AKCAY; KAPICI; AKCAY, 2020).

Kozma e Russell (2005) definem representações como imagens e objetos perceptíveis e simbólicos que são úteis para retratar aspectos de fenômenos biológicos, muitos dos quais não são visíveis. Esses elementos podem ser estáticas ou dinâmicas e incluem uma ampla variedade de formatos, como diagramas, gráficos, imagens, modelos físicos, animações, simulações entre outros. No ensino e na aprendizagem de ciências, elas desempenham um papel importante, auxiliando os estudantes a visualizar e compreender conceitos e processos abstratos. Permitem que os estudantes observem fenômenos que normalmente seriam invisíveis ou muito complexos para serem visualizados diretamente. No entanto, é importante lembrar que, por si só, elas não garantem a aprendizagem. Devem ser usadas de forma planejada e em conjunto com outras estratégias de ensino, a fim de fornecer uma compreensão mais abrangente e profunda dos conceitos científicos.

Pesquisas anteriores indicam que em muitos casos, as representações visuais são tratadas de maneira inadequada e fora de contexto, o que pode levar a uma compreensão imprópria do conteúdo por parte dos estudantes (ALVES; RAMOS, 2016; COUTINHO et al., 2010; NEVES et al., 2016; TEODORO; MENEZES, 2021). Por exemplo, se uma representação visual não estiver claramente rotulada e contextualizada dentro do material de estudo, pode ser difícil para o estudante entender o que a mesma está tentando transmitir. Isso pode trazer prejuízo para os processos de ensino e aprendizagem, gerando uma falta de comunicabilidade

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

educativa do conteúdo com o aprendiz. Ademais, se a imagem estiver sobrecarregada com informações irrelevantes, os estudantes podem se sentir sobrecarregados e ter dificuldade em identificar as informações mais importantes. Isso pode ser resultado de uma série de fatores, incluindo diagramação e planejamento ineficientes, valor didático inadequado e alta carga cognitiva dos aprendentes como mencionado por Mayer (2009) em sua Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM).

A TCAM é uma teoria que explica como os estudantes aprendem com materiais multimídia, que combinam palavras e imagens em diferentes formatos, como apresentações de *slides*, vídeos e animações. A teoria se baseia em evidências da psicologia cognitiva, demonstrando que a aprendizagem é um processo ativo de construção de significado, no qual os estudantes usam sua memória de trabalho para processar e armazenar informações. A TCAM foi construída a partir da Teoria da Codificação Dupla (PAIVIO, 1986), a Teoria do Modelo de Memória de Trabalho (BADDELEY, 1992) e da Teoria Generativa (WITTRUCK, 1989).

Na abordagem da Teoria da Codificação Dupla desenvolvida por Paivio (1986), ele explica que a cognição humana possui sistemas separados de processamento de informações para tratamento simultâneo com as informações que podem envolver representações verbais e visuais. A memória de trabalho só pode lidar com uma quantidade limitada de informações em um sistema de processamento de informações em um determinado momento (BADDELEY, 1992). Além disso, a aprendizagem ocorre quando os estudantes envolvem ativamente os processos cognitivos, prestando atenção a palavras e imagens relevantes, organizando-as mentalmente em representações verbais e visuais apropriadas e associando mentalmente essas representações umas às outras e com o conhecimento prévio (MAYER, 2003; WITTRUCK, 1989). Para garantir esta aprendizagem, os sistemas cognitivos dos estudantes devem ser incitados por dois estímulos codificados nos sistemas verbal e visual (PAIVIO, 1986). Ou seja, apresentar texto e imagens juntos traz mais vantagens para o entendimento dos estudantes do que apresentá-los isoladamente. Quando esses dois tipos de elementos são apresentados em conjunto, a interpretação da representação ambígua (por exemplo, apenas o texto) pode ser restringida pela representação específica (por exemplo, uma imagem) independentemente de questões de familiaridade ou experiência (AINSWORTH, 1999).

Nos ambientes de aprendizagem em que se utilizam de livros didáticos, o estímulo externo pode ser palavras e representações impressas, que são percebidas pelos olhos. Em seguida, o estudante seleciona partes relevantes das palavras impressas e as representações para processamento posterior. Além disso, o estudante pode transformar algumas partes das palavras impressas e até mesmo algumas das imagens em representações verbais. O próximo processo é organizar uma representação mental apropriada baseada em dados verbais e uma representação mental apropriada baseada em dados visuais. Logo após, acontece a integração das representações verbais e visuais e com conhecimento prévio. Conseqüentemente, se os três processos (seleção, organização e integração) ocorrerem para representações verbais e visuais

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

com sucesso, então a aprendizagem pode ocorrer (MAYER, 2009). Dito isso, é perceptível o grande potencial das representações visuais na construção da aprendizagem pois podem promover estímulos visuais que auxiliam na formação de conexões e na decodificação de elementos gráficos, o que pode acarretar a melhor aprendizagem de fenômenos e processos (PAPAGEORGIOU et al., 2019).

Desta maneira, nota-se uma necessidade de atenção ao uso desses recursos, pois possuem grande potencial de influência na aprendizagem, o que gera uma demanda da promoção de estudos e pesquisas referentes ao uso desse material, principalmente quando se trata das imagens, pois quando utilizadas de maneira inadequada podem trazer prejuízos para o aprendente, além de fomentar a memorização de conceitos e interpretações erradas (MOMSEN et al., 2010). Desde 1966 há discussões referentes a satisfação da sociedade com as imagens presentes nos livros didáticos que são repassados para as escolas, visto que algumas não apresentam adequação às necessidades dos discentes o que acabava por prejudicar a promoção do conteúdo (KRESS; VAN LEEWEN 1966).

Souza e Rego (2018) destacam que as imagens presentes em livros de ciências e biologia são apresentadas de formas diferentes nos anos iniciais e nos finais do ensino. Isso ocorre porque os livros são adaptados às diferentes faixas etárias dos estudantes, considerando suas habilidades cognitivas e suas preferências por tipos específicos de representações visuais. Nos anos iniciais, é comum que as imagens sejam mais simplificadas e em formato de desenho, já que os estudantes estão em fase de alfabetização e ainda não desenvolveram plenamente a habilidade de interpretar imagens. Além disso, as ilustrações ajudam a tornar o conteúdo mais atrativo e lúdico, o que pode facilitar o processo de aprendizagem. Nos anos finais de ensino, os estudantes geralmente desenvolveram habilidades mais avançadas de leitura e interpretação de imagens, por isso é comum que haja uma diminuição no uso de desenhos e um aumento no uso de imagens fotográficas. Essas imagens podem ser mais detalhadas e realistas, permitindo que os estudantes visualizem de forma mais precisa e concreta os conceitos estudados. Com o passar dos anos, verificou-se que os livros didáticos são adaptados às necessidades dos estudantes e dos professores, incorporando novas tecnologias e metodologias de ensino, bem como tornando-se mais atrativos e interativos (MEGID; FRACALANZA, 2003; MUNUKATA, et al., 2012).

De fato, como mencionado anteriormente, os assuntos trabalhados dentro do ensino de ciências da natureza acabam sendo entendidos como muito complexos, por envolverem com conceitos e nomenclaturas científicas, o que pode gerar um certo afastamento do estudante dessa área do conhecimento. Isto posto, os livros acabam tomando forma de instrumento balizador do ensino teórico, mediando conceitos e teorias científicas (LACERDA; ALBÍNO, 2017). Deste modo, as imagens presentes nos livros didáticos podem ser uma ferramenta importante para o rompimento das abstrações dos assuntos abordados no ensino do sistema nervoso central. Isso porque, muitas vezes, os conceitos científicos são abstratos e difíceis de

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

serem visualizados pelos estudantes, o que pode dificultar a compreensão do conteúdo. Nesse sentido, as imagens podem ser uma forma de representar visualmente os conceitos, tornando-os mais concretos e acessíveis. Entretanto, para isso ocorra, faz-se necessário que esses recursos representacionais presentes nos livros didáticos atendam a requisitos mínimos para uma melhor forma de apresentação didática. Isso porque, para que as imagens sejam efetivas na compreensão dos conceitos científicos, é importante que elas estejam sinalizadas, espacialmente adequadas e apresentem um conteúdo coerente. Para Coutinho et al. (2010) é importante que as imagens presentes nos livros didáticos sejam adequadas ao público-alvo, de forma a permitir que os estudantes absorvam os elementos visuais e construam modelos mentais coerentes sobre a temática que está sendo desenvolvida e, por isso é necessária uma certa adequação desse material.

Diante do exposto, esse trabalho possui como objetivo identificar a aplicabilidade da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, proposta por Richard Mayer, nas representações visuais presentes na temática do sistema nervoso central nos livros de ciências do ensino fundamental (PNLD 2020) e nos livros de ciências da natureza do ensino médio (PNLD 2021). A escolha dessa perspectiva fundamenta-se no fato de que as representações visuais podem contribuir para a construção do conhecimento a partir de canais visuais (MAYER, 2009). Além disso, conforme destaca Souza e Rego (2018) as imagens possuem um alto valor pedagógico, e contribuem para uma melhor visão de mundo, de forma que isso pode contribuir para o entendimento dos conceitos, princípios e ideias. Ademais, o assunto sistema nervoso é indispensável para a formação de jovens e adultos, visto que é o sistema responsável pelas sensações, integração e funcionamento do corpo humano, portanto, requer um certo cuidado quando está sendo ensinado, pois possui muitas especificidades que podem gerar confusões na hora da aprendizagem. Posto que, conforme Carvalho e Menezes (2019), os estudantes da educação básica possuem um conhecimento limitado sobre neurociência, deste modo as representações dos livros podem contribuir para ampliar e facilitar a aprendizagem ou prejudicá-la caso esses recursos sejam utilizados de maneira inadequadas.

2 Materiais e Métodos

Essa pesquisa buscou realizar uma análise qualitativa e quantitativa visando extrair informações e formular inferências a respeito das representações visuais presentes no conteúdo de sistema nervoso central contidas nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental (LEF) e os livros didáticos de ciências da natureza do ensino médio (LEM). Para a análise foram utilizadas todas as coleções dos livros de ciências aprovadas no PNLD 2020 para o ensino fundamental (anos finais) e todas as coleções de livros de ciências da natureza aprovados no edital PNLD 2021 para ensino médio. Cabe ressaltar que a análise realizada não tem como objetivo comparar os livros didáticos, deste modo buscou-se uma pesquisa do tipo exploratória (RAUPP; BEUREN, 2006).

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

Nos livros analisados foram considerados apenas as seguintes representações visuais: imagens, ilustrações e/ou fotos que tratassem do sistema nervoso central. Considera-se fotografias composições capturadas por máquinas fotográficas, enquanto ilustrações podem ser consideradas representações feitas manualmente ou com auxílio de recursos tecnológicos (DANTAS, 2020). O embasamento da pesquisa foi amparado pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia proposta por Mayer (2009). É importante ressaltar que os capítulos que trabalhavam diretamente a temática sistema nervoso central passaram por uma análise completa de todas as representações visuais presentes visando tentar identificar a presença de ruídos ou ilustrações que desviassem o foco do leitor. Os capítulos que citavam a temática somente foram analisados as representações que possuíam algum contexto ou relação com o sistema nervoso central.

Inicialmente a pesquisa buscou identificar como o conteúdo do sistema nervoso central é abordado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) visando estabelecer padrões para análise das representações visuais. Posteriormente, foram estabelecidos padrões de análise adequando aos critérios da TCAM. De acordo com as competências e habilidades trazidas pela BNCC (BRASIL, 2018). A temática sistema nervoso pertencentes à área curricular de Ciências da Natureza sendo trabalhadas no ensino fundamental e médio.

Primeiramente, foi verificado o nome do livro e a editora de cada obra. Após isso buscou-se a presença da temática, sistema nervoso central, por meio do uso de palavras chaves como: sistema nervoso, tecido nervoso, célula nervosa, impulso nervoso, impulso e sinapse. Foram analisadas todas as coleções de livros do PNLD 2020 e o PNLD 2021. Quando a temática estava presente foram indicados o capítulo/unidade que se encontravam, e quando ausente foi indicado que o livro não abordava a temática. Ademais havia casos em que o assunto era citado associado a outra temática o que gerou a necessidade de indicar onde isso ocorria e se havia ou não representações do sistema nervoso. Partindo deste ponto, iniciou-se a análise propriamente ditas a partir de categorias que foram criadas, utilizando como base as pesquisas de Coutinho et al. (2010) e Neves, et al. (2016).

Primeiramente todas as representações presentes nos livros foram classificadas, e posteriormente, houve a verificação da qualidade da imagem quanto a nitidez e a existência ou ausência de legenda. Dito isso, iniciou-se a análise do conteúdo das representações presentes nos livros por meio da verificação do valor didático de cada elemento. A seleção dos critérios de análise também foi pautada nas orientações propostas pelo Edital do PNLD 2021, que traz que as representações visuais devem possuir adequação com o texto, bem como utilizar de uma escala adequada. O documento ressalta a importância de uma formação voltada para o exercício da cidadania, em que os jovens atuem de forma ativa, ética e crítica na sociedade. Além disso, os exemplares devem conter:

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

“Apresentar ilustrações que exploram as múltiplas funções (como desenhos, figuras, gráficos, fotografias, reproduções de pinturas, mapas e tabelas) e significativas no contexto de ensino e de aprendizagem.” (BRASIL, 2019. p56)

Para análise da qualidade das representações visuais foi verificado a nitidez e a presença ou não de legenda. Consideraram-se nítidas as representações visuais sem borrão e que possuíam qualidade suficiente para identificar seus elementos constituintes e, foram consideradas representações visuais sem nitidez aquelas que não atendiam a esse atributo. Em relação à legenda existiram três casos: a existência de uma legenda explicativa, quando as representações visuais eram autossuficientes para interpretar os elementos simbólicos de forma breve e abrangente; a existência de uma legenda sintética, quando indicava o que estava sendo visualizado e ausência de legenda quando as representações visuais não possuíam qualquer tipo de legenda. Como respostas foi preenchida com “sim” quando a característica analisada contemplava o padrão analisado; “não” quando não contemplava o padrão, e “breve” quando contemplava o padrão parcialmente.

Para a análise do valor didático, verificou-se se as representações visuais eram decorativas, representacionais, organizacionais ou explicativas (COUTINHO et al., 2010). Foram consideradas imagens decorativas ilustrações que somente entretém o leitor, porém sem adicionar informações relevantes ao conteúdo; já para o aspecto representacional considerou-se as representações visuais que possuíam apenas um único elemento representativo sem demonstrar um fenômeno ou processo. As representações visuais categorizadas como organizacionais foram aquelas que apresentavam indicações de seus elementos, partes ou constituintes do objeto de estudo do assunto que estava sendo abordado de modo que haja uma integração entre os elementos de multimídia. As representações visuais consideradas explicativas foram aquelas que explicavam de alguma maneira como um sistema ou fenômeno ocorre. Como respostas para esses critérios referentes ao valor didático a tabela foi preenchida com “sim” quando a característica analisada contemplava o padrão analisado; “não” quando não contemplava o padrão. Segundo a TCAM as imagens podem ser classificadas segundo o seu valor didático conforme seus elementos constituintes em 4 categorias sendo elas: representacionais; decorativas; explicativas e organizacionais.

Ademais foram adotados três princípios baseados na TCAM (MAYER, 2009) para análise das representações visuais: princípio da contiguidade espacial, princípio da sinalização e princípio da coerência. Para o princípio da contiguidade espacial, buscou-se entender se as palavras e as representações visuais eram apresentadas com certa proximidade, de modo que o leitor não precise agrupar muitos esforços cognitivos para interligar o conteúdo com o assunto, facilitando a memorização. Já para o princípio da sinalização buscou-se identificar se as representações visuais possuía guias tipográficos, linguísticos ou *layout* adequado que organizam o foco do leitor para o material de forma relevante, o que pode facilitar a organização da memória. Enquanto o princípio da coerência buscou identificar a relevância e coerência das

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

representações visuais para o assunto que está sendo abordado, de modo que quando não atendido considerou-se que a imagem seria irrelevante, pois poderia desviar a atenção do leitor ou atrapalhar na aprendizagem. Para esses três princípios as representações visuais poderiam ser classificadas como satisfatórias quando atendido ao princípio ou não satisfatória quando não atendido.

Para cada perspectiva analisada foram atribuídas uma resposta conforme já citado anteriormente, nos casos em que não havia imagens ou os capítulos/ unidades, mas apenas citavam a temática do sistema nervoso associado a algum outro tema, foram ignorados esses aspectos sendo sinalizado com um sinal de travessão indicando que não se aplicava a análise.

3 Resultados e Discussões

Ao todo, foram encontradas 302 representações visuais nos 74 livros de educação básica analisados, sendo 221 (73,2%) nos livros didáticos de ensino fundamental e 81 (26,8%) representações visuais nos livros didáticos do ensino médio (Quadro 1). Destas, foi observado uma maior presença de representações visuais do sistema nervoso central nos livros e capítulos que abordam o assunto de forma direta, ou em capítulos que tratam do sistema nervoso associado as temáticas do sistema muscular, endócrino e sentidos do corpo humano como visão, tato e paladar. Com relação ao tipo de representação visual, foi identificado que os livros do ensino fundamental apresentaram: esquemas, fotografias e desenhos que demonstram partes ou processos do sistema nervoso central. Enquanto, os livros de ensino médio apresentaram uma proeminência de representações esquemáticas que demonstram partes e processos relacionados ao sistema nervoso central, e poucas imagens com fotografias e desenhos. Isso sugere que os livros didáticos do ensino médio utilizam mais representações esquemáticas e menos imagens fotográficas ou desenhos para ilustrar a temática, enquanto no ensino fundamental há uma maior variedade de tipos de imagens utilizadas para representar as informações. Isso pode ser explicado pela diferença de complexidade e profundidade dos temas abordados em cada nível de ensino, sendo que no ensino médio há uma maior ênfase em aspectos conceituais e teóricos, enquanto no ensino fundamental a abordagem é mais voltada para situações cotidianas e práticas (SOUZA; REGO, 2018).

Quadro 1: Relação encontrada nos livros referente aos que abordam o assunto sistema nervoso diretamente e os que apenas citam a temática.

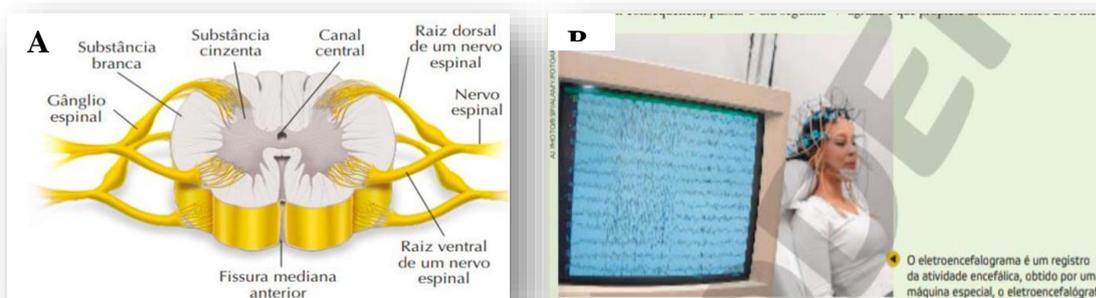
RELAÇÃO ENCONTRADA	LEF	LEM
Trabalham o assunto diretamente e fazem uso de imagens relacionadas ao sistema nervoso central.	7	9
Trabalham o assunto indiretamente em conjunto com outras temáticas e fazem o uso de imagens relacionadas ao sistema nervoso central.	9	5
Trabalham o assunto indiretamente, porém não trazem imagens relacionadas ao sistema nervoso central	10	16
Trabalham o assunto e não apresentam imagens relacionadas ao sistema nervoso central.	11	15

Fonte: autores

O sistema nervoso central é uma das temáticas que deve ser trabalhada dentro de sala de aula da educação básica, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, conforme é disposto pela BNCC (BRASIL, 2018). Ademais, o documento em questão citado visa integrar a temática de forma que ela seja desenvolvida e aprendida de maneira efetiva pela comunidade escolar, de modo que seja possível por meio desse conhecimento estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes e sociedade brasileira (BRASIL, 2018).

As representações visuais, presentes nos livros didáticos sobre o sistema nervoso central, em sua maior parte, apresentam nitidez na qualidade, principalmente quando se relacionavam a processos a serem aprendidos, pois não apresentam elementos que fomentem distorções do conteúdo. No entanto, 13% das representações visuais presentes nos livros do ensino fundamental e 4% das representações visuais nos livros de ensino médio apresentaram um desvio quanto a este elemento. Esta categoria foi considerada quando as representações visuais exibiram falta de foco ou dificuldade para a visualização. Um exemplo de representação visual classificada como nítida pode ser observado na Figura 1A, que pode ser considerada mais atrativa ao leitor. Entretanto, em alguns casos houve falta de nitidez como no caso do exemplo da representação visual da Figura 1B. Cabe ressaltar que a representação visual da Figura 1B possui apenas associação com o sistema nervoso central e não trabalha de forma direta, servindo para contextualizar e interligar a temática com outras áreas de ensino que tratam de assunto do cotidiano.

Figura 1: Exemplos de imagens consideradas:
A) apresentando nitidez e B) falta de nitidez.



Fonte: Lopes e Rosso (2020, p.32) e Canto et al. (2018, p.126).

Ressalta-se a importância na qualidade das representações visuais na promoção dos processos de ensino e aprendizagem integrada nos livros didáticos. De fato, as imagens de alta qualidade podem ajudar os estudantes a compreender melhor o conteúdo apresentado nos livros. Isso ocorre porque o cérebro humano processa informações visuais mais rapidamente e com mais eficácia do que informações textuais. As imagens também podem ajudar a ilustrar conceitos abstratos e complexos de forma mais clara e concreta, tornando-os mais fáceis de entender e reter a informação (MAYER, 2009; COUTINHO et al., 2016; NEVES et al., 2016, TEODORO; MENEZES 2021). No entanto, é importante lembrar que a qualidade da representação visual não é o único fator que contribui para uma aprendizagem efetiva. O conteúdo do livro, a linguagem usada e o contexto em que o conhecimento é apresentado também são importantes. Além disso, é importante que as representações visuais estejam em sincronia com o texto, de forma a ajudar a reforçar a compreensão do conteúdo em vez de distrair ou confundir os estudantes. Assim, é recomendado que os elementos visuais sejam nítidos e visualmente atraentes, visando chamar a atenção do leitor para o que realmente é relevante, além de auxiliar na transmissão do conteúdo a ser ensinado (COUTINHO et al., 2010).

Neste trabalho percebemos que as representações visuais, presentes nos livros didáticos do ensino fundamental e do ensino médio apresentam em sua maior parte uma boa qualidade de nitidez. A qualidade destas representações pode estar associada aos critérios avaliações dos livros didáticos desenvolvidos PNLD. As ilustrações precisam ser adequadas, proporcionais e apresentadas com precisão de tamanho e cor, para que possam contribuir para a clareza e eficácia do conteúdo presente nos livros didáticos. Isso é particularmente importante para garantir que os estudantes tenham acesso a informações precisas e de qualidade que possam ajudá-los a aprender e se desenvolver adequadamente (BRASIL, 2019). Além disso, é

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

importante lembrar que o PNLD é um programa governamental que visa promover a melhoria da qualidade da educação no Brasil, fornecendo recursos didáticos adequados para as escolas públicas. Portanto, é necessário garantir que as obras selecionadas atendam a critérios rigorosos de qualidade, incluindo a qualidade das ilustrações, para que possam ser aprovadas para uso em sala de aula (BRASIL, 2019).

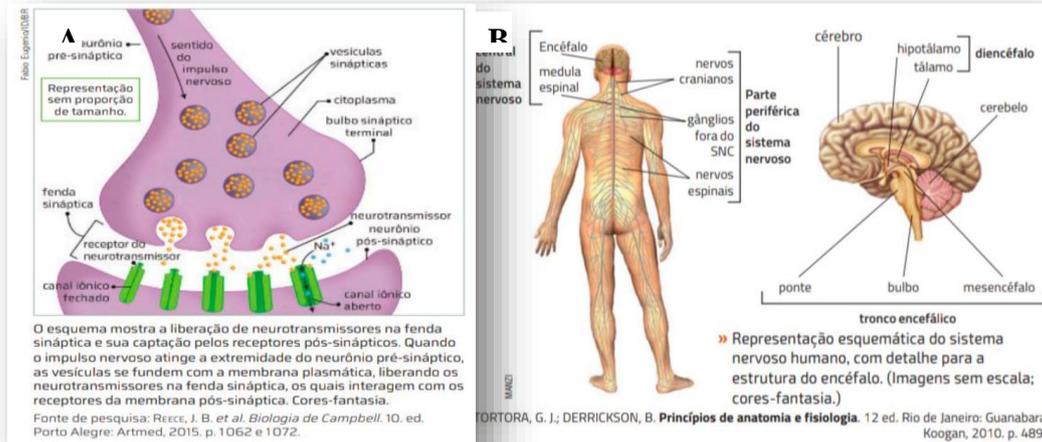
Com relação à presença das legendas, que podem ou não estar incluídas nas representações visuais relacionadas ao sistema nervoso central, observou-se que nos livros do ensino fundamental, 90% das representações (16,7% com informações explicativas e 72,9% com informações sintéticas) possuíam algum tipo de explicação. Nos livros do ensino médio, esse número chegou a 100% (30,9% com informações explicativas e 69,1% com informações sintéticas). No entanto, foi identificado que 10,4% das representações visuais nos livros do ensino fundamental não apresentavam nenhuma forma de informação complementar. Esses resultados sugerem que as editoras adotam uma abordagem mais rigorosa em relação à inclusão de informações complementares nas representações visuais dos livros do ensino médio, possivelmente devido à maior profundidade explorada no tema.

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia destaca a importância de minimizar a carga cognitiva dos estudantes ao apresentar informações multimodais, ou seja, informações apresentadas em diferentes modalidades, como texto, imagem e som. Nesse contexto, a presença de legenda pode ajudar a reduzir a carga cognitiva dos estudantes, fornecendo informações adicionais que ajudam na compreensão do conteúdo (MAYER, 2009). Além disso, a legenda também pode ser utilizada para correlacionar as informações presentes no texto com as representações visuais, ajudando a reforçar a compreensão do conteúdo e facilitando os processos de ensino e aprendizagem.

É importante ressaltar que as legendas explicativas e sintéticas possuem sua importância didática na apropriação do conhecimento. Porém, conforme Alves e Ramos, (2016) mencionam, quando somente há presença de legendas sintéticas, estas podem comprometer a compreensão do estudante. Isso ocorre porque as legendas sintéticas geralmente fornecem apenas informações básicas e breves sobre o conteúdo visual apresentado, sem aprofundar na interpretação ou no contexto. Além disso, as legendas sintéticas muitas vezes não fornecem uma orientação clara sobre o que é mais importante no conteúdo visual a ser analisado, o que pode levar a uma falta de direcionamento. Deste modo, é importante que haja a presença de legenda do tipo explicativa, pois ela direciona os elementos importantes das representações visuais, o que acaba facilitando a transmissão de conhecimento e diminuindo a absorção de ruídos que podem desviar o foco do estudante (ALVES; RAMOS, 2016). A seguir pode ser visualizado uma legenda do tipo explicativa (A) e uma legenda do tipo sintética (B) (Figura 2).

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

Figura 2: Exemplo de uma representação visual contendo: A) legenda explicativa e B) legenda sintética.



Fonte: Fukui; Molina e Santiado (2020, p.54) e Godoy; Dell'Agnolo e Melo. (2020, p.101).

É importante que seja mencionado que muitos estudantes não analisam as representações visuais de forma profunda quando não há elementos visuais que chamem sua atenção. Deste modo, a presença de uma legenda consistente, completa, concisa e adequada pode auxiliar na melhor transmissão da informação que está sendo repassada pela representação; pois a legenda é indispensável para fomentar a interpretação adequada dos elementos visuais de forma autossuficiente (SOUZA; GOUVÊA, 2009).

Além disso, é importante ressaltar a importância da legenda nas imagens do sistema nervoso central que muitas vezes é entendido como um conteúdo abstrato e de difícil absorção (LEITE et al., 2012). Desta forma, cabe a legenda trazer um direcionamento para a interpretação das representações visuais que estão sendo trabalhadas tornando o conteúdo mais palatável de forma que a absorção cognitiva ocorra de maneira mais eficiente e eficaz. Isto posto, conforme Mayer (2009), Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016) as legendas devem possuir elementos textuais, sejam eles verbais ou não verbais, que possuam relevância para a interpretação da representação de modo que o aprendiz não precise realizar grande esforço mental que sobrecarregue o seu sistema cognitivo. Além disso, deve ser considerado que todas as representações visuais possuem uma carga cognitiva, e por isso necessitam de uma diagramação e planejamento eficientes para que consigam alcançar êxito em transmitir a informação de forma correta e coerente e assim possam ser consideradas uma boa fonte de transmissão de conhecimentos.

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

Considerando o potencial didático, foi possível observar que a maior parte das representações visuais foram classificadas contendo valor didático (Quadro 2). Em relação as representações visuais sem valor didático, a maior porcentagem foi observada nos livros de ensino fundamental (28,96% classificadas como representações visuais decorativas e 10,86% representações visuais representacionais) em comparação com os livros do ensino médio (6,17% classificadas como representações visuais decorativas e 3,7% representações visuais representacionais).

Quadro 3: Relação das representações didáticas quanto ao valor didático para os livros do ensino fundamental (PNLD 2020) e os livros de ensino médio (PNLD 2021).

Categoria		LEF		LEM	
		n.	%	n.	%
Com valor didático	Organizacional	72	32,58	30	37,04
	Explicativa	61	27,60	43	53,09
Sem valor didático	Decorativa	64	28,96	5	6,17
	Representacional	24	10,86	3	3,70

Fonte: autores

Identificamos uma menor incidência de imagens sem valor didático nos livros direcionados ao nível médio, provavelmente por esse conteúdo ser desenvolvido de maneira mais profunda nesse nível de ensino, o que requer grande atenção do leitor. A diferenças observadas com relação a classificação quanto ao valor didático entre os livros do ensino fundamental e ensino médio ocorre provavelmente pelo interesse do público-alvo. É esperado que os livros direcionados ao ensino fundamental apresentem uma maior quantidade de imagens que entretenham o leitor, já que os estudantes desses níveis acabam possuindo uma maior atenção para ilustrações decorativas e representacionais que chamem sua atenção com cores e elementos do cotidiano, e isso ocorre em regra por questões de interesses, idade e maturidade. No entanto, é importante ressaltar que a escolha das representações visuais em um livro didático deve ser cuidadosamente planejada, de modo a garantir que elas estejam relacionadas ao conteúdo pedagógico e que possam contribuir para a aprendizagem dos estudantes. As imagens devem ser selecionadas com base em critérios de relevância, qualidade e objetividade, evitando-se o uso de ilustrações meramente decorativas ou que possam gerar confusão ou desinformação (MAYER, 2009; COUTINHO et al., 2010).

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

É importante ressaltar que imagens sem valor didático podem desviar a atenção do leitor e, com isso, prejudicar a aprendizagem. Isso ocorre porque as imagens que não estão relacionadas ao conteúdo pedagógico podem distrair o estudante, fazendo com que ele perca o foco do que realmente importa para o seu aprendizado. Além disso, imagens que não estão relacionadas ao conteúdo pedagógico também podem ocupar espaço desnecessário no livro. Isso pode tornar a leitura mais cansativa e desmotivar o estudante. Segundo Coutinho, et al (2010) esse tipo de representação visual pode ser considerado uma espécie de ‘ruído’ que tira a atenção do conteúdo a ser aprendido. Ainda mais, esse tipo de representação não considera os aspectos cognitivos do aprendente e pode ocasionar em uma sobrecarga cognitiva de assuntos irrelevantes nos estudantes (MAYER, 2009).

Em regra, espera-se que os estudantes do ensino fundamental tenham uma aprendizagem mais geral sobre o assunto sem grandes especificidades, de forma que seja possível relacionar o conteúdo com outras temáticas e materiais do seu cotidiano, assim como é proposto pela BNCC (BRASIL, 2018). A BNCC estabelece que os estudantes devem possuir domínio do conhecimento e dos procedimentos que acontecem na ciência, de modo que adquira uma autonomia perante a linguagem científica (BRASIL, 2018). Os resultados observados neste trabalho concordam com Souza e Rego (2018) ao afirmar que as imagens são trazidas de formas diferentes para os estudantes do ensino fundamental e ensino médio. Coutinho et al. (2010), e Neves et al. (2016) apontam, que é importante que os materiais didáticos façam uso de representações visuais organizacionais e explicativas, já que esse tipo de imagem auxilia na construção da aprendizagem efetiva de assuntos relevantes para o ensino, uma vez que as imagens com valor didático acabam gerando uma aprendizagem efetiva ao leitor, pois direcionam o sentido do conhecimento de forma coerente e concisa sem desviar o foco do aprendente.

Desta maneira, é possível perceber que mesmo que os livros didáticos não sejam elaborados observando os fundamentos da TCAM muitos acabam respeitando esses fundamentos em relação ao uso de representações visuais como é proposto por Mayer (2009). Essas representações acabam aprimorando o conhecimento do leitor sobre o determinado assunto, além de estimular as vias visuais e a curiosidade do mesmo (NEVES et al., 2016). Outrossim, as representações visuais, estimulam ao aprendentes a decodificar os elementos, presentes nos livros didáticos, criando representações mentais que possivelmente contribuirão para o melhor entendimento do conteúdo a ser aprendido (PAPAGEORGIU et al., 2019).

Em relação aos princípios da contiguidade espacial, sinalização e coerência, foi possível observar que a maior parte das representações são atendidas de forma satisfatória, conforme e apresentado pelo Quadro 3.

Quadro 3: Emprego dos princípios proposto por Mayer nas representações visuais.

Coleções de Livros		Princípio da Continuidade Espacial		Princípio da Sinalização		Princípio da Coerência	
		Satisfação		Satisfação		Satisfação	
		sim	Não	sim	Não	sim	Não
LEF	n.	192	29	177	44	171	50
	%	86,88	13,12	80,09	19,91	77,38	22,62
LEM	n.	70	11	69	12	71	10
	%	86,42	13,58	85,19	14,81	87,65	12,35

Fonte: autores

Não foram encontrados um número elevado de desvio no Princípio da Continuidade Espacial uma vez que a maior parte das ilustrações apresentam palavras relevantes integradas as representações visuais de forma próxima e relacionadas as informações textuais. No entanto, alguns livros apresentaram desvio quanto a esse princípio, o que é preocupante, pois isso indica que o leitor precisará de um trabalho maior para a interpretação dos elementos simbólicos presentes nesses exemplares, o que pode dificultar a aprendizagem, principalmente quando levado em conta o assunto a ser abordado, neste caso o sistema nervoso central que requer alta atenção por possuir muitas nuances a serem observadas, para evitar equívocos conceituais. Segundo Mayer (2009), a mente humana possui limitações para o processamento de informações. Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016) apontam em seus trabalhos que há uma certa constância de desvio a esse princípio nos livros didáticos sendo considerado um dos princípios mais difíceis de serem respeitados, já que as vezes as imagens acabam tendo que ocupar um espaço considerável das páginas dos livros, que em regra possuem espaço limitado, o que acaba tendo que deslocar os textos para lugares mais distantes.

Segundo Teodoro e Menezes (2021) em alguns casos a desproporcionalidade na área ocupada pelas representações visuais podem interferir na continuidade espacial e dificultar a relação entre o texto principal e a representação. Isso ocorre porque quando uma imagem ocupa uma área muito grande na página, pode acabar deslocando o texto para locais mais distantes, prejudicando a conexão visual entre os dois elementos. A diagramação da página de um livro é um desafio para os designers, pois, os mesmos precisam conciliar uma série de elementos visuais em um espaço limitado. Nesse sentido, é fundamental que a alocação dos espaços seja feita com harmonia e organização contínua, de forma a garantir que o conteúdo seja apresentado de forma clara e atraente para o estudante (MAYER, 2009).

É importante ressaltar que os livros didáticos possuem um espaço limitado, e que acabam tendo que abarcar muitas informações que estimulem a aprendizagem dos estudantes de diversas formas. Portanto faz necessário o uso adequado das representações visuais de forma que possuam uma diagramação correta. Já que, conforme Mayer (2009) os recursos de

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

multimídia devem possuir um espaço adequado de forma integrada, visando diminuir o acúmulo de carga intelectual inadequada e sobrecarga do aparato cognitivo do aprendente (MAYER, 2009; COUTINHO et al., 2010; NEVES et al., 2016). Ademais, conforme propõe a TCAM os estudantes ao buscar um recurso de multimídia acabam integrando os elementos textuais e visuais formando conexões mentais sobre o determinado assunto (MAYER, 2009).

Com relação ao princípio da sinalização, foi observado que as imagens dos livros do ensino fundamental em grande parte respeitaram esse princípio de forma satisfatória. Para os livros do ensino médio, em quase sua totalidade, respeitaram o princípio de forma satisfatória, exceto no caso dois exemplares. É importante que as imagens não acrescentem informações que não estão descritas no texto para não desviar a atenção do estudante do assunto que está sendo trabalhado naquele tópico. Ademais, é possível que o desrespeito a esse princípio gere um processamento inadequado de informações.

Segundo Mayer (2009), quando as informações importantes não são sinalizadas adequadamente, os estudantes podem ter dificuldades para selecionar, organizar e processar as informações na memória de trabalho. Isso pode sobrecarregar a memória operacional, que é responsável pelo processamento de informações em curto prazo, e levar a uma redução na capacidade de aprendizado e compreensão do conteúdo. Por isso, é importante que os livros didáticos utilizem sinais adequados para facilitar o processamento cognitivo apropriado. Esses sinais podem incluir setas, destaque em negrito, cores diferentes, entre outros elementos visuais que ajudem a direcionar a atenção do leitor para pontos importantes na página (MAYER, 2009; TEODORO; MENEZES, 2021). Desta forma, quando esse princípio é respeitado, a sinalização pode facilitar o direcionamento da aprendizagem direcionando a atenção do estudante para o tema abordado que está sendo aprendido naquele capítulo/unidade. Isso diminui o número de ruídos que desviam a atenção do leitor, o que facilita o processamento da informação, e esse princípio facilita esse processo de ensino e aprendizagem (MAYER, 2009; ALVES; RAMOS, 2016).

Outro princípio analisado foi o princípio da coerência, no qual foi possível observar que os livros do ensino fundamental e ensino médio apresentaram uma alta adesão em relação a esse princípio. No entanto, apesar da alta aderência, o maior desvio a este princípio ocorreu com os livros direcionados ao ensino fundamental. Cabe ressaltar que, o Princípio da Coerência é fundamental na produção de recursos didáticos pois contribuem para que as representações visuais presentes estejam alinhadas com os objetivos de aprendizagem e com o conteúdo teórico de modo a evitar a confusão ou ambiguidade para os estudantes. Quando este princípio não é considerado, pode ocorrer perda na clareza de compreensão do conteúdo a ser trabalhado, levando o estudante a interpretar informações de forma equivocada ou a ter dificuldades para relacionar as diferentes representações visuais presentes nos livros (MAYER, 2009). Portanto, é esperado que os recursos didáticos considerem a relação entre os elementos visuais e o

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

contexto teórico de forma a garantir que estejam coerentes e alinhados (MAYER, 2009; COUTINHO et al., 2010; NEVES et al., 2016; TEODORO; MENEZES, 2021).

Isto posto, ressalta-se a importância desse princípio para evitar imagens e elementos irrelevantes ou desnecessários para a aprendizagem da temática a ser desenvolvida pelo recurso didático. Pois assim será possível que haja a facilitação do processamento da informação e a diminuição de sobrecarga intelectual, já que a mente humana possui limitações de absorção de informações (MAYER, 2009). Além disso, as temáticas trabalhadas nesses recursos devem possuir uma qualidade capaz de transmitir informações de forma eficiente para o aparato cognitivo do aluno (COUTINHO et al., 2010). Isto posto, os materiais de multimídia destinados ao ensino devem trazer maior grau de coerência possível diminuindo os desvios de atenção e a sobrecarga intelectual do aluno (COUTINHO et al., 2010).

4 Considerações Finais

A análise das representações visuais contidas nos livros didáticos do ensino fundamental e médio permitiram observar algumas fragilidades contidas nos recursos de multimídia da temática sistema nervoso central. Diante do exposto nessa pesquisa, conclui-se que os livros de ciências e biologia possuem uma alta aplicabilidade dos fundamentos e princípios da TCAM, proposta por Richard Mayer. Porém ainda é necessário que haja um avanço em alguns pontos visando combater desvios aos princípios que buscam reduzir equívocos conceituais e potencializar a transmissão de conhecimento. Ademais é importante que as imagens estejam integradas com o texto, de modo a promover a aprendizagem facilitada e compreensível pelo leitor.

Observou-se também uma diferença na abordagem das imagens nos livros do ensino fundamental e médio em relação ao tema do sistema nervoso central, o que pode impactar a aprendizagem e a confiabilidade desses materiais. Como recursos de fácil acesso e que passaram por diversas análises antes de chegar aos estudantes, é desejável que não sejam utilizados apenas como fonte de consulta ou material complementar.

É importante ressaltar que, mesmo com os dados apresentados, é necessário realizar pesquisas futuras sobre os recursos didáticos multimídia, buscando uma melhor integração e apresentação das imagens com as informações textuais disponíveis.

Referências

- AINSWORTH, Shaaron. The functions of multiple representations. **Computers & education**, v. 33, n. 2-3, p. 131-152, 1999.
- AKCAY, Hakan; KAPICI, Hasan Ozgur; AKCAY, Behiye. Analysis of the representations in turkish middle school science textbooks from 2002 to 2017. **Participatory Educational Research**, v. 7, n. 3, p. 192-216, 2020.
- ALVES, João Paulo; RAMOS, Denise de Amorim. Análise das imagens referentes ao conteúdo de bioquímica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista Desafios**, v. 3, n. 2, 2016.
- BADDELEY, Alan. Working memory. **Science**, v. 255, n. 5044, p. 556-559, 1992.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: educação infantil e ensino fundamental**. Brasília, DF: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: ensino médio**. Brasília, DF: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- CANTO, E.; CANTO, L. C. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano 6º ano**. São Paulo: Moderna, 2018. p.126.
- CARVALHO, Karina Mendes; MENEZES, João Paulo Cunha. Mês do cérebro: uma ação visando a popularização da neurociência com alunos de ensino médio, em uma escola do DF, Brasil. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 17, n. 1, p. 37-57, 2019.
- CHIAPPETTA, Eugene L.; FILLMAN, David A. Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 15, p. 1847-1868, 2007.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; SOARES, Adriana Gonçalves; DE MOURA BRAGA, Selma Ambrosina. 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, 2010.
- DANTAS, Flademir Gonçalves. **Entre os potiguara e os tarairiu: a temática indígena nos livros didáticos de história do Rio Grande do Norte (1952-1994)**. 2020. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.
- FUKUI, Ana; MOLINA, Madson; SANTIADO, Venerando. **Ser protagonista ciências da natureza e suas tecnologias vida saúde e genética**. São Paulo: SM Educação, 2020.
- GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney. **Multiverso ciências da natureza e suas tecnologias movimentos e equilíbrio na natureza**. São Paulo: FTD, 2020.

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

KOZMA, Robert; RUSSELL, Joel. Students becoming chemists: developing representationl competence. **Visualization in science education**, p. 121-145, 2005.

KRESS, Gunther; VAN LEEUWEN, Theo. **Reading images**: the grammar of visual design. London: Routledge, 1996.

KVELLO, Pål; GERICKE, Niklas. Identifying knowledge important to teach about the nervous system in the context of secondary biology and science education - A Delphi study. **PloS one**, v. 16, n. 12, p. e0260752, 2021.

LACERDA, Divaniella Oliveira; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Experimentação: análise de conteúdo dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (publicados no período de 2003 a 2013). **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 163-183, 2017.

LEITE, Vanessa Rafaela; ANTUNES, Adriana; FARIA, Joana Cristina. Neurogame - sacudindo os neurônios: proposta pedagógica lúdica no ensino de ciências. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

LOPES, Sônia. ROSSO, Sergio. **Ciências da Natureza Lopes & Rosso Corpo humano e Vida Saudável**. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

MAYER, Richard; MAYER, Richard E. (ed.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge Univ., 2009.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, p. 147-157, 2003.

MOMSEN, Jennifer L.; LONG, Tammy M.; WYSE, Sara A.; EBERT-MAY, Diane. Just the facts? Introductory undergraduate biology courses focus on low-level cognitive skills. **CBE - Life Sciences Education**, v. 9, n. 4, p. 435-440, 2010.

MUNAKATA, Kazumi. O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista brasileira de história da educação**, v. 12, n. 3, p. 179-197, 2012.

NEVES, Ricardo Ferreira; DOS ANJOS CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria; FERREIRA, Helaine Sivini. A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 94-105, 2016.

PAIVIO, Allan. **Mental representations**: a dual coding approach. Oxford: Oxford Univ., 1986.

PAPAGEORGIU, George; AMARIOTAKIS, Vasilios; SPILIOTOPOULOU, Vasiliki. Illustration characteristics regarding visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: evolving a systemic network. **Science Education International**, v. 30, n. 3, 2019.

DOI: 10.46667/renbio.v16i1.1103

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências**. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2006.

SOUZA, Lucia Helena Pralon de; GOUVÊA, Guaracira. Imagens da saúde no livro didático de ciências. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. **Anais do ...**

SOUZA, Lucia Helena Pralon; REGO, Sheila Cristina Ribeiro. Imagens em livros didáticos de ciências e as orientações do programa Nacional do livro didático. **Ensaio pedagógico**, v. 2, n. 3, p. 5-15, 2018.

TEODORO, Virginia; MENEZES, João Paulo C. Imagem síntese de proteína em livros de Biologia: abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 19, n. 2, p. 13-32, 2021.

WITTRICK, Merlin C. Generative processes of comprehension. **Educational psychologist**, v. 24, n. 4, p. 345-376, 1989.

Recebido em maio de 2023.
Aprovado em junho de 2023.

Revisão gramatical realizada por: Pedro Henrique Santos Franco
E-mail: pedrohsf@hotmail.com