

## Características ilustrativas das representações visuais de recursos hídricos em livros didáticos de Biologia

João Paulo Cunha de Menezes<sup>1</sup>

**Resumo:** As representações visuais são onipresentes nos livros de ciências da atualidade e, nos últimos anos, se tornaram um objeto de crítica e avaliação. Desta forma, este artigo teve por objetivo avaliar as representações visuais sobre recursos hídricos apresentadas em todas as coleções de Livros Didáticos de Biologia sugeridas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018, do Ensino Médio. Os livros foram analisados segundo proposta por Gkitzia e colaboradores que analisaram detalhadamente as representações visuais em livros didáticos. Os resultados encontrados indicam que as obras analisadas apresentaram representações visuais, na grande maioria, adequadas. O fator limitante foi o grau de relação das imagens com as informações contidas no texto, pois não mencionavam ou mencionavam parcialmente as imagens ao capítulo.

**Palavras-chave:** Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. Livro de Ciências. Recursos Hídricos.

### Illustrative features of visual representations of water resources in Biology textbooks

**Abstract:** Visual representations are ubiquitous in science textbooks today and, in recent years, have become an object of criticism and evaluation. Thus, this article aimed to evaluate the visual representations about water resources presented in all the Biology textbook collections suggested by the 2018 National Textbook and Teaching Material Program for High School. The books were analyzed as proposed by Gkitzia and collaborators who analyzed in detail the visual representations in textbooks. The results found indicate that the analyzed works presented visual representations, for the most part, adequate. The limiting factor was the degree to which the images related to the information contained in the text, since they did not mention or partially mentioned the images in the chapter.

**Keywords:** Cognitive Theory of Multimedia Learning. Science Book. Water Resources.

### Características ilustrativas de las representaciones visuales de los recursos hídricos en los libros de texto de Biología

**Resumen:** Las representaciones visuales son onnipresentes en los libros de texto de ciencias hoy en día y, en los últimos años, se han convertido en objeto de crítica y evaluación. De esta manera, este artículo tuvo como objetivo evaluar las representaciones visuales sobre los recursos hídricos que se presentan en todas las colecciones de Libros de Texto de Biología sugeridas por el Programa Nacional de Libros y Textos de Bachillerato 2018. Los libros fueron analizados según la propuesta de Gkitzia y colaboradores, que analizaron en detalle las representaciones visuales en los libros de texto. Los resultados encontrados indican que las obras analizadas presentan representaciones visuales, en su gran mayoría, adecuadas. El factor limitante fue el grado de relación de las imágenes con la información contenida en el texto, ya que no mencionaron o mencionaron parcialmente

<sup>1</sup> Doutor em Ciências. Professor do Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (UnB). Distrito Federal, Brasil. ✉ [jpaulo\\_bio@hotmail.com](mailto:jpaulo_bio@hotmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-2566-3957>

las imágenes al capítulo.

**Palabras clave:** Teoría cognitiva del Aprendizaje Multimedia. Libro de Ciencias. Recursos Hídricos.

## Introdução

No processo de ensino e aprendizagem, as representações visuais exercem um papel fundamental no apoio à eficácia dos materiais de ensino. A importância de seu papel no ensino de ciências se tornou um foco de pesquisa internacional, como evidenciado por edições especiais do *International Journal of Science Education (Visual and Spatial Modes in Science Learning*, fevereiro de 2009) e *Research in Science Education (Representing Science Literacies*, janeiro de 2010).

As representações visuais nos livros didáticos têm sido amplamente utilizadas na literatura. Estas imagens podem atuar como ferramentas de comunicação na construção do conhecimento dos estudantes (MAYER, 2001) em relação ao mundo real, que não poderiam ser desenvolvidos nas atividades da sala de aula. Alguns estudos têm apontado que a quantidade e o espaço alocado para as representações visuais nos livros didáticos de ciências continuam aumentando (CLARK; LYONS, 2004). Este aumento provavelmente está relacionado ao desenvolvimento de tecnologias gráficas que facilitam o uso de qualquer modo visual para apresentar uma ideia (CHENG et al., 2015), mas nem todas as ilustrações são benéficas para a aprendizagem (MAYER, 2001).

Os livros didáticos são uma das ferramentas instrucionais mais importantes no ensino médio, desempenhando um papel importante no processo de ensino e aprendizagem (CHENG, et al., 2015). Sendo usados por muitos professores como forma de organizar o conteúdo a ser trabalhado ao longo do ano letivo, tendo um importante impacto na sala de aula (GLYNN; MUTH, 1994). Os livros didáticos apresentam-se como componentes proeminentes dos currículos em todos os níveis de ensino, contribuindo significativamente para o desenvolvimento e a evolução dos currículos escolares. No entanto, há evidências de que, nem sempre os livros didáticos apresentam o conhecimento de forma adequada (ZAJKOV et al., 2017).

Em muitos casos, uma declaração em um livro é considerada um fato indiscutível, apenas porque está no livro. Considerando que, os livros didáticos têm sido a principal ferramenta didática no contexto de muitos sistemas educacionais em todo o mundo (VALVERDE et al., 2002). Devido à sua importância, a análise dos livros didáticos é

fundamental para o ensino de ciências, pois pode fornecer informações valiosas para a construção do conhecimento e todo o processo de ensino-aprendizagem que estão inseridos (SOUZA; PORTO, 2012).

Desta forma, pretendemos avaliar sistematicamente as representações visuais de recursos hídricos, para revelar qualquer uma de suas características que possam afetar o entendimento relevante dos estudantes. Portanto, neste artigo, fazemos a seguinte pergunta: Quais características as representações visuais sobre recursos hídricos apresentam nos livros didáticos?

### **Revisão da Literatura**

Nos livros didáticos, várias modalidades de apresentar o conteúdo são apresentadas, seja com textos (modo verbal) e representações visuais (modo visual), para ajudar os estudantes na construção, comunicação e aplicação do conhecimento (CHENG et al., 2015). Embora as representações textuais sejam ferramentas valiosas, alguns trabalhos sugerem que as representações visuais são consideradas de extrema importância para criar significados, uma vez que possibilitam apresentar informações que não são fáceis de serem compreendidas no modo textual (KRESS et al., 2001). Como Schnotz (2002) sugere, as representações visuais não são simplesmente elementos decorativos ao redor do texto, podendo atuar como ferramentas poderosas para a representação, organização, transformação e armazenamento de informações ou podem apresentar meramente aspectos “decorativos”. Existe indicações de que, quando os estudantes interagem com representações visuais apropriados apresentadas nos livros didáticos, seu aprendizado nos tópicos relevantes tende a aumentar (ELIAM; POYAS, 2010). Além disso, as representações visuais podem funcionar como auxiliares de memorização, uma vez que existem evidências de que as informações em um texto conectado as imagens podem ser memorizadas mais facilmente pelos estudantes em comparação com aquelas, sem nenhuma conexão com imagens (SCHNOTZ, 2002).

Em adição, Eliam e Poyas (2010) argumentam que as representações visuais externas permitem que os estudantes construam representações internas correspondentes. Isso significa que, qualquer deficiência em suas características como ilustrações de livros didáticos pode causar problemas na sua interpretação pelos estudantes ou mesmo pelos professores, levando-os a compreensões errôneas (CLARK; LYONS, 2004; ONWU; RANDALL, 2006). Quando uma representação visual é projetada adequadamente, essa

decodificação pode moldar as representações internas dos estudantes e ajudá-los a entender as relações entre elas, cumprindo uma condição prévia fundamental para a compreensão de fenômenos (GILBERT; TREAGUST, 2009). Como resultado, uma projeção apropriada de tais representações pode levar os estudantes a adotar uma visão mais científica por meio da construção dos modelos mentais internos correspondentes (KAPICI; SAVASI-ACIKALIN, 2015).

Aliada as representações visuais, o texto apresentado nos livros didáticos deve estar explicitamente conectado às imagens e às legendas apresentadas (POZZER-ARDENGGHI; ROTH, 2003). Florax e Ploetzner (2010) mostraram que a legenda das representações visuais pode melhorar o aprendizado, orientando a atenção dos estudantes e sinalizando as relações entre diferentes informações. Em outras representações com elementos textuais no interior, o dispositivo gráfico pode comunicar a mensagem integrando esses elementos verbais aos elementos visuais. Alguns elementos conectores, que vinculam representações visuais a outras, podem ajudar os estudantes a interpretar as relações entre eles (PINTÓ; AMETLLER, 2002). Desta forma, apenas representações visuais bem projetadas são capazes de melhorar o desempenho dos estudantes no processo de aprendizagem (MAYER et al., 1995). Estes pesquisadores supracitados, realizaram alguns experimentos baseados na Teoria de Aprendizado Multimídia para suportar essa afirmação e gerar sugestões para o design instrucional das ilustrações.

A Teoria Cognitiva de Aprendizado Multimídia foi construída sobre três suposições básicas relacionadas a cognição: código duplo, capacidade limitada e processo ativo. Quando os estudantes leem um livro de ciências, primeiro percebem palavras e representações visuais relevantes; a informação transportada pelas palavras entra no canal verbal e a informação transportada pelas ilustrações entra no canal visual. Os leitores processam as palavras e representações visuais separadamente em sua memória de trabalho e as organizam em modelos verbais e visuais; eles então integram os dois modelos entre si e com o conhecimento prévio relevante recuperado da memória de longo prazo (MAYER, 2001).

No contexto descrito acima, a ideia central deste trabalho foi desenvolver uma análise sistemática exclusivamente das representações visuais de recursos hídricos, para revelar qualquer uma de suas características que possam afetar o entendimento relevante dos alunos. A escolha deste tema relaciona-se ao cenário vivenciado no Distrito Federal no ano de 2017. Neste período o Distrito Federal vivenciou um cenário de profunda crise

hídrica, com racionamento de água, redução de pressão, restrições de uso severos a agricultores e comerciantes, aumento da tarifa, entre outros (MENEZES, 2019). Assim, o principal objetivo deste trabalho é analisar as representações visuais sobre recursos hídricos apresentadas em todas as coleções de Livros Didáticos de Biologia sugeridas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018 do Ensino Médio.

## **Metodologia**

Foram analisados os livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2018 do Ensino Médio. Os procedimentos para a análise dos livros didáticos foram adaptados da metodologia proposta por Gkitzia et al. (2010) que analisaram detalhadamente as representações visuais (recursos visuais) nos livros didáticos de Química. A análise contou com quatro critérios para a avaliação das representações químicas. Estes critérios (C) são: (C1) Qualidade das representações visuais; (C2) Grau de relação com as informações contidas no texto; (C3) Existência e propriedades de uma legenda e (C4) Interpretação das representações visuais.

Os livros didáticos selecionados foram todas as coleções de Biologia sugeridas pelo PNLD 2018 do Ensino Médio, cada coleção possui três volumes (Volume 1, 2 e 3), mas somente dez destes volumes abordavam a questão relacionadas aos recursos hídricos. Estes foram identificados por numerações para facilitar a leitura no decorrer do texto, conforme o Quadro 1, a seguir. Neste quadro, estão presentes somente os volumes que abordam a questão hídrica, sendo desconsiderados os outros volumes.

Quadro 1: Descrição dos livros didáticos analisados e a identificação numérica que será adotada neste trabalho

Identificação	Título da coleção	Autor (es)	Editora	Ano de publicação	Volume analisado
Livro 1	Biologia moderna	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2016	3
Livro 2	Biologia: novas bases	Nélio Bizzo	IBEP	2016	3
Livro 3	Biologia	César da Silva Jr.; Sezar Sasson e Nelson Caldini Jr.	Saraiva	2016	1
Livro 4	Biologia: ser protagonista	Antônio Carlos Bandouk	SM	2016	3
Livro 5	Biologia: unidade e diversidade	José Arnaldo Favaretto	FTD	2016	3
Livro 6	Biologia hoje	Sérgio Linhares; Fernando Gewandszajder e Helena Pacca	Ática	2016	3
Livro 7	# Contato Biologia	Marcela Ogo e Leandro Goddy	Quinteto	2016	3
Livro 8	Bio	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	Saraiva	2016	1
Livro 9	Biologia	Vivian L. Mendonça	AJS	2016	1
Livro 10	Conexões com a Biologia	Miguel Thompson e Eloici Peres Rios	Moderna	2016	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

A maioria dos livros didáticos aborda a questão hídrica no volume 3. No entanto, 4 livros tratam a questão hídrica no volume 1. Entretanto, o currículo do Distrito Federal orienta trabalhar a ação antrópica na perspectiva da sustentabilidade, a cidadania e o cidadão no mundo e em sua comunidade no 1º ano. Essa situação pode criar dificuldades na escolha do livro didático adequado, devendo o professor ficar atento a esse detalhe no momento da escolha do material.

Antes de expor os critérios que serão utilizados para a análise dos livros cumpre observar que, em cada coleção de livros didáticos, há uma variação com respeito ao volume em que se encontra o módulo de Ecologia e com respeito aos capítulos que tratam da questão hídrica. A fim de melhor perceber isso, segue o Quadro 2, que organiza essas informações.

Quadro 2: Descrição dos volumes e capítulos onde as coleções de livros didáticos abordam o tema “Ecologia”

<b>Livros</b>	<b>Capítulos que abordam o tema “recursos hídricos”</b>
Livro 1	Capítulo 8: “O fluxo de energia e ciclos da matéria” Capítulo 12 “A humanidade e o ambiente”
Livro 2	Capítulo 8: “Bases da ecologia” Capítulo 9: “A perspectiva socioambiental” Capítulo 10: “Populações humanas e qualidade de vida”
Livro 3	Capítulo 6: “Energia e matéria nos ecossistemas” Capítulo 10: “Consumo, conservação e sustentabilidade”
Livro 4	Capítulo 12: “Noções básicas de ecologia” Capítulo 16: “O ser humano e o ambiente”
Livro 5	Capítulo 7: “Biosfera e ação humana – hidrosfera”
Livro 6	Capítulo 15: “Populações” Capítulo 18: “Ciclos biogeoquímicos” Capítulo: 20 “Poluição”
Livro 7	Capítulo 10: “Introdução à ecologia e ciclos biogeoquímicos” Capítulo 15: “problemas ambientais e biodiversidade”
Livro 8	Capítulo 4: “Estruturas dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria” Capítulo 6: “Alterações ambientais”
Livro 9	Capítulo 3: “Ciclos da matéria, sucessão ecológica e desequilíbrios ambientais”
Livro 10	Capítulo 4: “Dinâmica do ecossistema” Capítulo 5: “Conservação dos ecossistemas”

Fonte: Elaborado pelo Autor

### *Avaliação dos recursos visuais*

Foram avaliadas a seguinte dimensão dos livros didáticos: representações visuais. Esta dimensão avaliada foi constituída por critérios que eram identificados como C1 para o critério 1, C2 para o critério 2 e assim por diante, 4 critérios (C1-C4). Os critérios abrangem os elementos básicos necessários para uma melhor compreensão e visão ampla da questão hídrica. Cada critério foi subdividido em itens para estudo (Quadro 3). As representações visuais, que compreendem os critérios C1 à C4, possuem subitens específicos.

Quadro 3: Descrição dos critérios utilizados para analisar as representações visuais nos livros didáticos

<b>Dimensão avaliada nos livros didáticos de Biologia PNLD 2018</b>	<b>Critérios em análise</b>	<b>Indicador</b>
Representações visuais	C1. Qualidade das representações	I. Possui nitidez
		II. Não possui nitidez
	C2. Grau de relação com as informações contidas no texto	I. Relacionado e vinculado
		II. Relacionado e desvinculado
		III. Não relacionado
	C3. Existência e propriedades de uma legenda	I. Existência de legenda apropriada
		II. Existência de legenda não apropriada
		III. Sem legenda
	C4. Interpretação das representações visuais	I. Explícito
		II. Implícito
		III. Ambíguas

Fonte: Elaborado pelo Autor

No critério C1, foi analisada a qualidade das representações visuais, sua nitidez, se os traços, as cores ou iluminação utilizadas não atrapalham o entendimento dos estudantes na leitura da imagem. Dessa forma, deveriam ser classificadas como não possuindo nitidez as ilustrações que possuíssem algum elemento confuso, que pode dificultar a compreensão das informações.

O critério C2 examinou até que ponto uma representação visual é coerente e está relacionada ao conteúdo do texto e se existe uma ligação direta do texto para a representação. A representação visual foi classificada como relacionada quando representou o conteúdo exato do texto. Além disso, uma representação foi chamada de vinculada ou desvinculada quando o texto se referiu a ela ou não, respectivamente. A representação visual foi considerada não relacionada quando não apresentou o conteúdo exato do texto, não necessitando da sua presença no capítulo, pois não complementou o conhecimento do estudante.

O critério C3 classificou as legendas que são necessárias em representações visuais dos livros didáticos, sendo chamadas de apropriadas aquelas que direcionam as partes importantes das imagens, facilitando a compreensão do conteúdo, explicando de forma simplificada cada processo descrito na imagem. Além disso, as legendas apropriadas facilitam o estudo do livro, pois os estudantes podem entender o conteúdo de uma imagem sem necessariamente ter que olhar para o texto relacionado.

O critério C4 examinou a interpretação das representações visuais. A imagem foi considerada explícita quando o significado de cada característica presente nela foi claramente mencionado, isto é, se todos os pontos da imagem possuíam parte textual ou explicações; foi caracterizada como implícita quando o significado de apenas alguns elementos da imagem foi mencionado claramente; e como ambíguas quando não houve indicação sugerindo o significado de qualquer elemento da superfície da imagem.

## **Resultados e Discussão**

Todos os livros didáticos analisados possuem qualidade nas representações visuais (C1- Qualidade das representações visuais), pois não há elementos que distorcem o conteúdo das imagens.

Esse critério é exigido no edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático de

2018. No que diz respeito às ilustrações, elas devem:

- a. ser adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas;
- b. ser claras e precisas;
- c. retratar adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país;
- d. quando, de caráter científico, respeitar as proporções entre objetos ou seres representados ou legendar os casos com eventuais desproporções;
- e. estar acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas;
- f. apresentar títulos, fontes e datas, no caso de gráficos e tabelas;
- g. apresentar legendas, escala, coordenadas e orientação em conformidade com as convenções cartográficas, no caso de mapas e outras representações gráficas do espaço (BRASIL, 2015, p. 35).

A qualidade das representações visuais é importante, porque as imagens representam uma forma adicional de compreensão do texto, logo precisam estar nítidas no livro didático. As dimensões das representações visuais também desempenham um papel importante ao tentar entender as entidades representadas (por exemplo, WU et al., 2001). Pesquisas sobre a influência das representações visuais no ensino de biologia mostram que elas devem ser claras e inequívocas, explicando exatamente o que devem explicar e de acordo com o texto (COOK, 2008; FLORAX; PLOETZNER, 2010).

Vale ressaltar que todas as representações visuais apresentadas possuem uma apresentação 2D o que transpõe ao leitor imaginar como é a terceira dimensão (PAPAGEORGIOU et al., 2019). Como Wu et al. (2001) sugerem, há muitos estudantes que teriam dificuldade em entender o que uma representação 2D expressaria em uma forma 3D. Esta característica relaciona a capacidade espacial dos estudantes, uma vez que a visualização correta de tal representação requer a transformação mental de toda a configuração espacial em 2D para a correspondente em 3D. Em conformidade com o que foi apresentado, Gkitzia et al. (2010) afirmam que os livros didáticos são ferramentas de estudo pelos estudantes em casa e também após se formarem, portanto nestes não pode haver fatores limitantes na compreensão do conteúdo.

Com respeito ao critério 2 (C2 - Grau de relação com as informações contidas no texto), as imagens de quase todos os livros estão relacionadas às informações do texto. Nos Livros 1, 2, 5, 6, 7, e 10 estão, também, vinculadas ao texto, ou seja, as imagens sempre são citadas no decorrer do capítulo. No entanto no Livro 4 e no Livro 9, as imagens aparecem parcialmente desvinculadas, pois nem todas as imagens são citadas no corpo do texto. Como, por exemplo, no Livro 4 em que há imagens (Figura 1) que são separadas

em (A) e (B) e, somente a parte (A) é citada e a (B) não.

Figura 1: Imagem exposta no capítulo, mas não é totalmente citada no texto, somente a imagem (A) é contextualizada, a (B) não aparece em nenhum momento no corpo do texto (MENDONÇA, 2016, p. 258)



Esse critério está desvinculado no Livro 3 e no Livro 8, porque o texto não direciona o leitor para as imagens, de modo a complementar a relação entre o texto e o recurso visual. Exemplificado no Livro 3, por meio da Figura 2.

Figura 2: Imagem não é mencionada em nenhum momento no corpo do texto. (JÚNIOR, 2017, p. 156)



As representações visuais nos livros são essenciais para compreensão dos estudantes, elas influenciam na construção de valores culturais e sociais. Favorecem às concepções de dominação de mundo e permite extrair maiores informações sobre as coisas, lugares e do mundo (MARTINS; GUIMARÃES, 2002). Uma imagem vale mais que mil palavras. No entanto, os estudantes precisam de explicações corretas para entender essas características (WALPOLE, 1999). Logo a adequação das imagens é de extrema

necessidade, pois é complemento importante do texto.

Como muitos pesquisadores sugerem (por exemplo TREAGUST et al., 2003; CORRADI et al., 2014; TALANQUER, 2011; NYACHWAYA; GILLASPIE, 2016; PAPAGEORGIOU et al., 2019), os estudantes podem se beneficiar de tais representações somente quando relacionam ao objeto de estudo. Caso contrário, os estudantes gastam muito do seu poder cognitivo para interpretar a representação, fato que leva a uma "sobrecarga cognitiva" que dificulta a compreensão conceitual das ilustrações.

Todos os livros didáticos avaliados apresentam nas representações visuais legendas apropriadas (C3 - Existência e propriedades de uma legenda) e interpretação explícita (C4- Interpretação das imagens). Desta forma, os livros didáticos analisados estão, na grande maioria, adequados. O grau de relação das imagens com as informações contidas no texto foi fator limitante em quatro livros didáticos, pois não mencionavam ou mencionavam parcialmente as imagens no texto. Embora vários pesquisadores (por exemplo, GKITZIA et al., 2011; NYACHWAYA; GILLASPIE, 2016) tenham apontado a importância da existência de uma legenda explícita apropriada, nestes livros as legendas com esclarecimentos foram limitadas. Não a mencionar no texto limita a sua compreensão e muitas vezes torna a sua aplicação desnecessária.

Segundo Nyachwaya e Gillaspie (2016), a falta de uma legenda explícita pode causar uma carga cognitiva adicional ao estudante, pois os mesmos precisam se concentrar apenas nas informações visuais. Pelo contrário, quando a informação é fornecida por meio das modalidades visual (representação) e verbal (legenda), a carga cognitiva tende a diminuir. É o que Cook (2006) relata como "efeito de código duplo", segundo o qual, como as informações visuais e verbais são elaboradas na mente dos alunos por meio de canais independentes com capacidade própria, a carga total se divide, evitando a sobrecarga cognitiva nos dois canais.

O livro 9, traz um mapa de conceitos, este mapa poderia estar no início do capítulo para o estudante, ou ao final para poder resumir o que será aprendido ou condensar o conhecimento compreendido. A proposta de construção de mapa de conceitos para os estudantes, ao final do capítulo, seria interessante e significativa, pois permite que os discentes organizem e integrem os conceitos trabalhados durante a construção dos mapas. A construção do mapa de conceitos possibilita o professor avaliar a aprendizagem do estudante e corrigir possíveis equívocos durante a elaboração do mapa (MACHADO;

CARVALHO, 2019). Os resultados da análise das representações visuais podem ser vistos abaixo (Quadro 4).

Quadro 4: Resultado da quantidade de livros e a maneira como os recursos visuais sobre a questão hídrica são dispostos nos livros didáticos

Dimensão avaliada nos livros didáticos de Biologia PNLD 2018	Critérios em análise	Estudo de cada critério	Quantidade de livros
Representações Visuais	C1. Qualidade das Representações	I. Possui nitidez	Todos os livros
	C2. Grau de relação com as informações contidas no texto	Relacionado e vinculado	6 livros
		II. Relacionado e desvinculado	2 livros
		III. Relacionado, mas parcialmente desvinculado	2 livros
	C3. Existência e propriedades de uma legenda	I. Existência de legenda apropriada, proporcionando autonomia	Todos os livros
	C4. Interpretação das Representações Visuais	I. Explícito	Todos os livros

Fonte: Elaborado pelo Autor

## Conclusões

Os livros didáticos são instrumentos que podem auxiliar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem. A presente pesquisa buscou verificar e discutir a abordagem das representações visuais sobre hídrica nos livros didáticos.

Foi observado que todos os livros didáticos apresentaram boa qualidade nas representações visuais, mas, no entanto, foi observado uma ausência de imagens em 3D, o que pode transpor ao estudante a imaginar esta dimensão. Atividade esta que pode gerar uma sobrecarga cognitiva dificultando o processo de aprendizagem.

Quanto ao grau de relação com as informações contidas no texto, as representações visuais avaliada de quase todos os livros foram relacionadas às informações apresentadas no texto. Ressaltamos que, conforme os autores já supracitados, os estudantes podem se beneficiar de tais representações apenas quando as mesmas se relacionam ao objeto de estudo. Desta forma, a legenda das representações visuais exerce grande relevância. Neste trabalho, observamos que a maior parte das representações possuíam legendas adequadas com interpretação explícita. No entanto, alguns livros apresentaram de forma parciais estas legendas. Por fim, todos os livros apresentaram de forma explícita a

interpretação das representações visuais.

## **Implicações**

As análises aqui apresentadas amparam a necessidade de investigar o papel das representações visuais no ensino-aprendizagem e de tópicos curriculares, como a Biologia, que estão além da experiência imediata dos estudantes. Para um professor de ciências, a posse de uma visão integrada das características das representações visuais poderia permitir que ele compreendesse as diversas formas pelas quais o significado de uma representação visual poderia ser interpretado. Vale ressaltar que, as análises aqui apresentadas foram reduzidas em escopo para se concentrar estritamente nas representações.

O livro didático é apenas um material didático na prática de ensino de ciências. Não está claro ainda até que ponto essas representações influenciam a prática instrucional real em sala de aula, pois a maneira como os livros didáticos e as representações visuais são apresentadas pode variar nas salas de aula em decorrência de cada docente. Considerando as representações visuais presentes nos livros didáticos e que os livros didáticos estão associados a avaliação escolar, este trabalho pode contribuir para que no futuro o uso apropriado destas imagens se relacione ao conteúdo da melhor forma, afetando positivamente o processo de ensino-aprendizagem de ciências.

Para encerrar, gostaria de reconhecer algumas das limitações associadas ao estudo. Em primeiro lugar, este é um estudo de páginas de livros didáticos que lidam com uma área de conteúdo específica Recursos Hídricos. Certamente, outras áreas de conteúdo ou outros níveis de ensino exibiriam mais análises. Além disso, as representações visuais foram analisadas com base em protocolos e pesquisas existentes. Embora acreditemos firmemente na relevância de nossa análise e na validade das conclusões que tiramos, acreditamos que é importante levantar as perspectivas que os professores e estudantes possuem sobre estas representações. Como o livro didático é um material no qual usado por professores e estudantes, a ausência desses sujeitos é algo que vale a ser considerado.

## Referências

- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Edital de convocação 04/2015 – CGPLI**. Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático, 2015.
- CHENG, Ming-Chang et al. Learning effects of a science textbook designed with adapted cognitive process principles on grade 5 students. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 13, n. 3, p. 467-488, 2015.
- CLARK, Ruth C., LYONS. Chopeta. **Graphics for learning**. San Francisco: Pfeiffer, 2004.
- COOK, Michelle. Students' comprehension of science concepts depicted in textbook illustrations. **The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education**, 2008.
- CORRADI, David MJ et al. Understanding possibilities and limitations of abstract chemical representations for achieving conceptual understanding. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 5, p. 715-734, 2014.
- EILAM, Billie; POYAS, Yael. External visual representations in science learning: The case of relations among system components. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 17, p. 2335-2366, 2010.
- FLORAX, Mareike; PLOETZNER, Rolf. What contributes to the split-attention effect? The role of text segmentation, picture labelling, and spatial proximity. **Learning and instruction**, v. 20, n. 3, p. 216-224, 2010.
- GILBERT, John K. **Multiple representations in chemical education**. Dordrecht: Springer, 2009.
- GKITZIA, Vasiliki; SALTA, Katerina; TZOUGRAKI, Chryssa. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 12, n. 1, p. 5-14, 2011.
- GLYNN, Shawn M.; MUTH, K. Denise. Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. **Journal of research in science teaching**, v. 31, n. 9, p. 1057-1073, 1994.
- JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N. C. **Biologia**. Volume 1, Ensino Médio. 12<sup>a</sup> ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- KAPICI, Hasan Özgür; SAVAŞCI-AÇIKALIN, Funda. Examination of visuals about the particulate nature of matter in Turkish middle school science textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 3, p. 518-536, 2015.
- KRESS, Gunther et al. **Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom**. Bloomsbury Publishing, 2006.
- MACHADO, Cristiane; CARVALHO, Ana Amélia. Os efeitos dos mapas conceituais na aprendizagem dos estudantes universitários. ETD: **Educação Temática Digital**, v. 21, n. 1, p. 259-277, 2019.

MARTINS, Eliecília de Fátima; GUIMARÃES, Gislene Margaret Avelar. As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 4, n. 2, p. 101-114, 2002.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. In: Psychology of learning and motivation. Academic Press, 2001. p. 85-139.

MAYER, Richard E. et al. A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. **Educational Technology Research and Development**, v. 43, n. 1, p. 31-41, 1995.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. Volume 1, Ensino Médio. 3ª ed. São Paulo: AJS, 2016.

MENEZES, João Paulo Cunha. Inserção do tema educação em recursos hídricos por meio de jornais impressos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 6, 2019.

NYACHWAYA, James M.; GILLASPIE, Merry. Features of representations in general chemistry textbooks: a peek through the lens of the cognitive load theory. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 1, p. 58-71, 2016.

ONWU, Gilbert OM; RANDALL, Elize. Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 4, p. 226-239, 2006.

PAPAGEORGIOU, George; AMARIOTAKIS, Vasilios; SPILIOPOULOU, Vasiliki. Developing a Taxonomy for Visual Representation Characteristics of Submicroscopic Particles in Chemistry Textbooks. **Science Education International**, v. 30, n. 3, p. 181-193, 2019.

PINTÓ, Roser; AMETLLER, Jaume. Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 3, p. 333-341, 2002.

POZZER, Lilian Leivas; ROTH, Wolff-Michael. Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. **Journal of research in science teaching**, v. 40, n. 10, p. 1089-1114, 2003.

SCHNOTZ, Wolfgang. Commentary: Towards an integrated view of learning from text and visual displays. **Educational psychology review**, v. 14, n. 1, p. 101-120, 2002.

SOUZA, Karina Ap FD; PORTO, Paulo Alves. Chemistry and chemical education through text and image: Analysis of twentieth century textbooks used in Brazilian context. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 705-727, 2012.

TALANQUER, Vicente. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TREAGUST, David; CHITTLEBOROUGH, Gail; MAMIALA, Thapelo. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International journal of science education**, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.

VALVERDE, Gilbert A. et al. **According to the book: Using TIMSS to investigate the**

**translation of policy into practice through the world of textbooks.** Springer Science & Business Media, 2002.

WALPOLE, Sharon. Changing texts, changing thinking: Comprehension demands of new science textbooks. **The Reading Teacher**, v. 52, n. 4, p. 358-369, 1998.

WU, Hsin-Kai; KRAJCIK, Joseph S.; SOLOWAY, Elliot. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

ZAJKOV, Oliver; GEGOVSKA-ZAJKOVA, Sonja; MITREVSKI, Boce. Textbook-caused misconceptions, inconsistencies, and experimental safety risks of a grade 8 physics textbook. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 5, p. 837-852, 2017.