

REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS SOBRE BOTÂNICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

BOTANY GRAPHICAL REPRESENTATIONS IN BIOLOGY TEXTBOOKS

REPRESENTACIONES GRÁFICAS SOBRE BOTÁNICA EN LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA

Carlos Celso Frazão Saraiva Júnior¹
Renata Araujo Lemos²
Mariana Guelero do Valle³

Resumo

As representações gráficas são recursos utilizados em diversos veículos de comunicação na forma de desenhos, fotografias, gráficos, mapas, entre outros. Nos livros didáticos esses elementos são geralmente utilizados na tentativa de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, esta pesquisa buscou analisar as representações gráficas sobre Botânica em livros didáticos de Biologia do ensino médio. Foram analisados os tipos e níveis de escala de representações e as relações entre as representações gráficas e o texto dos livros didáticos. Foram analisadas 287 representações e revelados diversos aspectos que influenciam a formação de significados por meio da aprendizagem visual do leitor como imagens fora de um contexto central, recursos de ampliações auxiliares, resumos esquemáticos dos textos em uma linguagem pictórica, supressão de informações de imagens dentre outros aspectos relevantes que versam a utilização das representações gráficas sobre Botânica. Isto posto, este trabalho revelou a fundamentalidade de entender como as representações gráficas sobre Botânica são utilizadas nos livros didáticos, possibilitando identificar suas funções, contribuições e compreender como elas influenciam a aprendizagem dos alunos, visto a sua ampla utilização no ambiente escolar.

Palavras-chave: Aprendizagem visual; Ensino; Imagens.

Abstract

Graphical representations are used in different channels of communication enabling the observation and analysis of information through drawings, photographs, graphs, maps, and so forth. In textbooks these elements play a major role in the teaching-learning process. Thus, this research sought to analyze the botany graphical representations in high school Biology textbooks. The types and levels in the scale of the representations used and the relations between the graphical representation and the text of

¹Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5329-5653> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2803658541444550>

E-mail: ccfrazaojunior@gmail.com

²Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4352-4851> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5454770509929639>

E-mail: lemos.ree@gmail.com

³Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPCEM) e do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5203-370X>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516501386841758> E-mail: mariana.valle@ufma.br

the textbooks were analyzed. 287 kinds of representations were analyzed revealing several aspects that affected the formation of definition through visual learning by the readers, such as images out of a central context, tools of auxiliary enlargements, schematic text summaries in a pictorial language, suppression of image information, among other relevant aspects which refer to the use of Botany graphical representations. Therefore, this research revealed the fundamentality of understanding how Botany graphical representations are used in textbooks, making it possible to identify their functions, contributions and comprehending how they can affect the learning skills are imperative, due to their widespread use in the school environment.

Keywords: Visual learning; Teaching; Pictures.

Resumen

Las representaciones gráficas son recursos utilizados en diversos medios de comunicación en forma de dibujos, fotografías, gráficos, mapas, entre otros. En los libros de texto, estos elementos son utilizados generalmente en un intento de ayudar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, esta investigación buscó analizar las representaciones gráficas sobre Botánica en los libros de texto de biología de la educación secundaria brasileña. Se analizaron los tipos y niveles de escala de las representaciones y las relaciones entre las representaciones gráficas y el texto de los libros de texto. Además, se analizaron 287 representaciones y se revelaron varios aspectos que influyen en la formación de significados por medio del aprendizaje visual del lector como imágenes fuera de un contexto central, recursos que ayudan a ampliar las representaciones, resúmenes esquemáticos de textos en un lenguaje pictórico, supresión de informaciones acerca de los imágenes y otros aspectos relevantes sobre el uso de representaciones gráficas sobre Botánica. Dicho esto, esta investigación reveló la fundamentalidad que es entender cómo se utilizan las representaciones gráficas sobre Botánica en los libros de texto, haciendo posible identificar sus funciones, contribuciones y comprender cómo influyen en el aprendizaje de los estudiantes, una vez que son ampliamente utilizados en el entorno escolar.

Palabras clave: Aprendizaje visual; Enseñanza; Imágenes.

Introdução

As Representações Gráficas (RG) são recursos utilizados em diversos veículos e espaços de comunicação, tais como jornais, vídeos, sites, Livros Didáticos (LD), sala de aula, que podem auxiliar na interpretação de informações e são incluídas no seguimento das representações externas (Tsui & Treagust, 2013; Zhang, 1997).

Segundo Zhang (1997), as representações externas são as formas, símbolos e relações espaciais de produtos, que podem ser observados a partir do ambiente, enquanto que as representações internas são os significados individuais da interpretação de símbolos que precisam ser recuperados da memória. Para Ainsworth (1999), o contato com as representações externas pode auxiliar de diversas formas o processo de aprendizagem do aluno, considerando que estas contribuem para complementar e expandir o conhecimento de quem as observa e estuda, além de restringir possíveis interpretações equivocadas.

No contexto das representações externas, as RG incluem os gráficos, tabelas, fórmulas, desenhos, diagramas e fotografias. As RG apresentam um conjunto de informações que aproximam os alunos para um contexto mais representativo e visual do conteúdo permitindo, por exemplo, a visualização de estruturas e processos que não são observáveis a olho nu como microrganismos, células, átomos, fluxo de matéria e energia em uma cadeia alimentar. Considerando o ensino de Biologia, Tsui e Treagust (2013) informam que:

A Biologia é o estudo dos organismos vivos sob todas as perspectivas, desde a molecular e celular até organismos inteiros, grupos sociais e populações. Alguns organismos são invisíveis a olho nu, assim como a maioria dos processos e eventos que ocorrem nos sistemas vivos. Especialistas usam a linguagem para discutir seus conhecimentos sobre esses eventos complexos com alunos e colegas, e eles geralmente empregam representações para fornecer resumos concisos (Tsui & Treagust, 2013, p. 5, tradução nossa)⁴.

Segundo Mayer (2005), é notável que o aprendizado com uso de representações envolve aspectos como a construção de conhecimento, compreensão e comunicação de informação pelos estudantes e professores. Nesse sentido, as RG constituem-se como recursos utilizados em metodologias variadas que incluem a aprendizagem visual no processo de ensino, a qual expõe os alunos a novos caminhos para solucionar problemas e fornece novas maneiras de pensar sobre os conteúdos de Ciências. Para McGrath e Brown (2005), a aprendizagem visual possibilita a associação entre as RG e o processo de ensino-aprendizagem para a exploração da capacidade de observação dos educandos à medida que estes são colocados frente a representações de um determinado conteúdo.

Os alunos se beneficiam quando as informações são apresentadas em mais de um tipo de RG, sendo que cada informação em particular tem uma melhor forma de ser representada, ampliando as condições para compreensão (Pozzer & Roth, 2003; Van der Meiji & Jong, 2003). Segundo Paivio (1986), as informações apresentadas de mais de uma forma, seja em forma de textos escritos e/ou imagens serão melhores lembradas quando demonstradas em conjunto que isoladamente.

A sociedade vive em uma cultura visual e as imagens são abundantes não apenas na mídia em geral, mas também em textos científicos e didáticos (Tsui & Treagust, 2013). Investigar o papel, o uso e o desenvolvimento das RG se torna fundamental, pois são recursos frequentemente utilizados em sala de aula. Seja por meio de livros didáticos ou expostas pelos professores em forma de desenhos, nas projeções digitais, em fotografias e vídeos, as RG podem ter grande influência na aprendizagem dos alunos, o que reforça a necessidade de analisá-las no contexto educacional.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é possível destacar que os alunos devem ter a capacidade de realizar uma construção ativa para operar com símbolos, ideias, imagens e representações (Brasil, 1997). Nesse contexto, os LD são os recursos que incluem grande parte das informações textuais e RG que os alunos têm contato diariamente nas escolas. Segundo Vasconcelos e Souto (2003), os LD não contêm apenas linguagem textual, elementos como as imagens, também presentes neles, facilitam a compreensão do aluno e auxiliam a aprendizagem.

Os LD assumem um papel influenciador no ensino, pois o acesso ao conhecimento científico neles perpassados fará parte da formação de novos conceitos e representações pelos alunos (Lopes & Vasconcelos, 2012). Por ser uma das fontes de informações mais utilizadas em sala de aula, estes necessitam ser avaliados de acordo com critérios que levem em consideração aspectos como, os conteúdos específicos da disciplina, as RG entre outros.

Segundo Fracalanza e Megid Neto (2006), informações atualizadas, linguagem adequada ao aluno, ilustrações de boa qualidade, visualmente atraentes, compatíveis com

⁴Traduzido de “Biology is the study of living organisms from all perspectives, ranging from molecular and cellular to entire organisms, social groups, and populations. Some organisms are invisible to the naked eye, as are most of the processes and events that occur within living systems. Experts use language to discuss their understandings of these complex events with students and colleagues, and they typically employ pictorial representations to provide concise summaries”.

nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas, são pontos importantes a serem considerados, visando que o aluno entenda as informações dispostas e evitando problemas em sua compreensão. Diante dessa perspectiva, simplesmente adicionar palavras e imagens em materiais não garante acesso à aprendizagem (Mayer, 2005). Uma imagem sem proporção, sem legenda ou sem relação direta com os conteúdos tratados nos livros didáticos pode levar a uma interpretação equivocada do que realmente está sendo tratado no material.

Levando em consideração o cenário do ensino de Biologia, mais especificamente sobre Botânica, foco desta pesquisa, Freitas et al. (2012) indicaram que os livros didáticos de uma linha mais tradicional de ensino centralizam seus conteúdos no contexto morfológico e de sistemática do que para compreensão da importância das plantas em outros aspectos, como, os ecológicos, sociais, econômicos e culturais.

Quando comparada a outras áreas das Ciências Naturais, a Botânica muitas vezes é colocada em segundo plano, sendo as plantas são limitadas a uma posição hierárquica inferior e tratadas como coadjuvantes. Tal prática torna-se, então, um dos principais motivos para a Botânica ser considerada um conteúdo desinteressante (Salatino & Buckeridge, 2016).

Wandersee e Schussler (1998) destacam que a incapacidade de ver ou notar as plantas em seu próprio ambiente, de reconhecer sua importância na biosfera e para os próprios humanos, levando a uma conclusão errônea de sua importância, é reconhecida como Cegueira Botânica. A cultura de negligenciar a presença e a importância das plantas no meio ambiente e para os humanos muitas vezes é passada pelos professores em sala de aula, tornando a Cegueira Botânica algo recorrente.

Segundo Salatino e Buckeridge (2016), muitos professores tiveram formação insuficiente em Botânica, portanto não têm como nutrir entusiasmo e, conseqüentemente, não conseguem motivar seus alunos no aprendizado da matéria. Desta forma, a falta de interesse e motivação dos alunos torna o ensino de Botânica um desafio no cenário educacional.

Nesta perspectiva, identificar como esses conhecimentos são tratados nos LD, bem como realizar a análise dos textos e das RG inseridas nesses materiais podem contribuir para um melhor reconhecimento de como os saberes de Botânica são retratados e de sua grande importância para o contexto escolar e social.

A partir do exposto, essa pesquisa objetivou analisar as representações gráficas sobre Botânica em Livros Didáticos de Biologia, buscando identificar os tipos de RG, analisar os níveis de escala de RG e investigar as relações entre as RG e os textos dos Livros Didáticos.

Metodologia

Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa que é caracterizada pela “obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto” (Lüdke & André, 1986, p. 13). Em relação à tipologia, a pesquisa se configura como documental. Os documentos escritos são representados por obras de ficção, autobiografias, jornais, revistas, cartas, livros, *websites*, vídeos etc. e a compreensão desses documentos dependem de uma leitura cuidadosa, entre linhas desse mundo material, em que é necessário compreender as palavras para entender o contexto, analisar seu significado e seu propósito mais profundo para desenvolver um estudo documental (McCulloch, 2004).

Seleção do material e coleta de dados

Para a seleção do material de coleta, utilizamos como critério a coleção de livros didáticos de Biologia com maior distribuição no território nacional para as escolas da rede pública. Segundo os relatórios de solicitação nacional do PNLD 2015 (Programa Nacional do Livro Didático), se trata da coleção Biologia Hoje (Volume 1, 2 e 3) de 2017, dos autores Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder e Helena Pacca. A partir disso, iniciamos a leitura dessa coleção para uma identificação preliminar das representações gráficas com a presença de plantas (Botânica) e fizemos as análises dos dados coletados baseados nos referenciais apresentados nos tópicos a seguir.

Tipos e níveis de escala de representações

Para a identificação dos tipos das RG encontradas nos LD, utilizamos as definições propostas por López-Manjón e Postigo (2014). Segundo esses autores, as RG podem ser categorizadas como ilustrações (fotografias, ultrassom, radiografias e desenhos), diagramas visuais (diagramas de estrutura e processo), diagramas verbais (mapa conceitual, tabelas, quadros e esquemas) e representações quantitativas.

No quadro a seguir (quadro 1), observa-se de forma mais detalhada cada um desses tipos, incluindo suas características:

Quadro 1: Tipos de imagens e suas características

Tipo de imagem		Características
Ilustrações	Fotografia	Reproduz todos os elementos externos do fenômeno representado. Normalmente, seu objetivo é ilustrar.
	Imagem técnica: micrografia, ecografia e radiografia.	Reproduzem os elementos internos do fenômeno representado através de diversos meios técnicos (<i>microfotografia</i> : imagem obtida por meio do microscópio óptico e/ou eletrônico de varredura; <i>ecografia</i> : imagem obtida mediante a transmissão de raios X através de isótopos radioativos).
	Desenho	Representações icônicas que evidenciam uma correspondência analógica em relação ao fenômeno representado. No geral são seletivas e reúnem alguns aspectos do objeto. Seu objetivo costuma ser ilustrativo ou decorativo. Por exemplo, um desenho de frutas e verduras serve para ilustrar uma dieta saudável.
Diagramas visuais	Diagrama de estrutura	Apresenta características físicas das partes do objeto representado e sua disposição no espaço (Lowe, 1993). Por exemplo, um diagrama de estrutura do sistema digestivo com legendas que indicam as diversas partes do sistema.
	Diagrama de processo	Apresenta a evolução do fenômeno, assim como as mudanças das partes do mesmo através do tempo. Acostumam ir acompanhados de grafismos (setas, segmentos, mudanças de cores...) que dão suporte à representação (Lowe, 1993). Por exemplo, um diagrama de processo da digestão do alimento através do sistema digestivo.
Diagramas verbais	Mapa conceitual	Organização espacial de informação verbal representando inter-relações entre distintos conceitos de forma explícita e esquematizada, utilizando diversos elementos gráficos. Expressam relações hierárquicas entre conceitos no espaço mediante palavras-chave e linhas.
	Tabela, quadro e esquema.	Representam as inter-relações entre distintos conteúdos conceituais de forma explícita e esquematizada, utilizando diversos elementos gráficos. Expressam diferentes tipos de relações por meio de chaves, quadros, setas..., e também representam uma sucessão ou sequência de fatos ou acontecimentos.

Representações quantitativas	Representações quantitativas	Apresentam uma relação numérica ou quantitativa existente entre duas ou mais variáveis através de distintos elementos (linhas, barras, setores, tabelas). Por exemplo, as tabelas de dados e gráficos numéricos.
------------------------------	------------------------------	--

Fonte: López-Manjón e Postigo, 2014, p. 555, tradução: Lemos, 2018.

Após a identificação dos tipos de representações, iniciamos a análise dos níveis de escala de representações mostradas no material. Essa análise foi baseada no referencial teórico desenvolvido por Tsui e Treagust (2013). Segundo os autores supracitados, existem quatro níveis de representações dos fenômenos biológicos, sendo eles: *macroscópico*, *microscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*. O nível *macroscópico* é representado por estruturas visíveis a olho nu; o nível *microscópico*, *celular* ou *subcelular* engloba as estruturas que são visíveis apenas com uso de microscópio óptico e microscópio eletrônico; o nível *submicroscópico* ou *molecular* corresponde às estruturas ao nível molecular, envolvendo o DNA, proteínas e outros compostos bioquímicos que podem ser identificados a partir de resultados de técnicas analíticas como eletroforeses, cromatografias, centrífugas, dentre outras; e, por último, o nível *simbólico* fornece mecanismos explicativos de fenômenos representados por símbolos, fórmulas, equações químicas, vias metabólicas, cálculos numéricos, genótipos, padrões de herança, árvores filogenéticas, etc.

Relação entre Representações Gráficas e os textos dos livros didáticos

As investigações das relações entre as representações gráficas e os textos dos livros didáticos de Biologia seguiram as categorias de Roth e Pozzer (2003) para fotografias. Segundo os autores existem quatro categorias de fotografias em livros didáticos de Biologia. As categorias utilizadas nesta pesquisa foram aplicadas para todos os tipos representações gráficas sobre Botânica encontradas nas coleções, não apenas as fotografias, sendo elas: *representações decorativas*, *ilustrativas*, *explicativas* e *complementares*.

As *representações decorativas* são apresentadas sem legendas e são referências dêiticas nos textos, ou seja, seu conteúdo não é especificado ou explicitamente relacionado com o texto principal; as *representações ilustrativas* incluem legendas que nomeiam o objeto ou fenômeno representado, mas nenhuma outra informação é fornecida em relação ao texto; as *representações explicativas* incluem uma legenda que nomeia um objeto ou fenômeno e, além disso, fornecem mais informações contextuais sobre os mesmos; as *representações complementares* incluem legendas que nomeiam o objeto/fenômeno, fornecem explicação ou classificações deste objeto/fenômeno, e contém novas informações sobre isso que não estão disponíveis no texto principal (Roth & Pozzer, 2003).

Resultados e discussões

A partir da leitura da coleção, verificamos que as RG com plantas estão presentes nos livros didáticos do primeiro ao terceiro ano do ensino médio. Identificamos 287 representações gráficas com plantas, incluídas em nove tipos diferentes, sendo eles: fotografia, desenho, diagramas de processo, diagramas de estrutura, representação quantitativa, imagens técnicas, mapa, esquema e tabela.

Identificamos singularidades das RG do tipo diagrama. Existem casos que os diagramas de estrutura e processo são representados em uma mesma imagem, classificamos

nesta pesquisa como *diagramas híbridos* (Figura 1) que, além de trazerem a descrição das imagens com indicações de suas estruturas (diagrama de estrutura), transmitem uma ideia de progressão de eventos e modificação do objeto representado (diagrama de processo). Esse tipo de RG garante uma visualização esquemática geral de dados de uma imagem e fornece resumos esquemáticos dos textos verbais desse material.

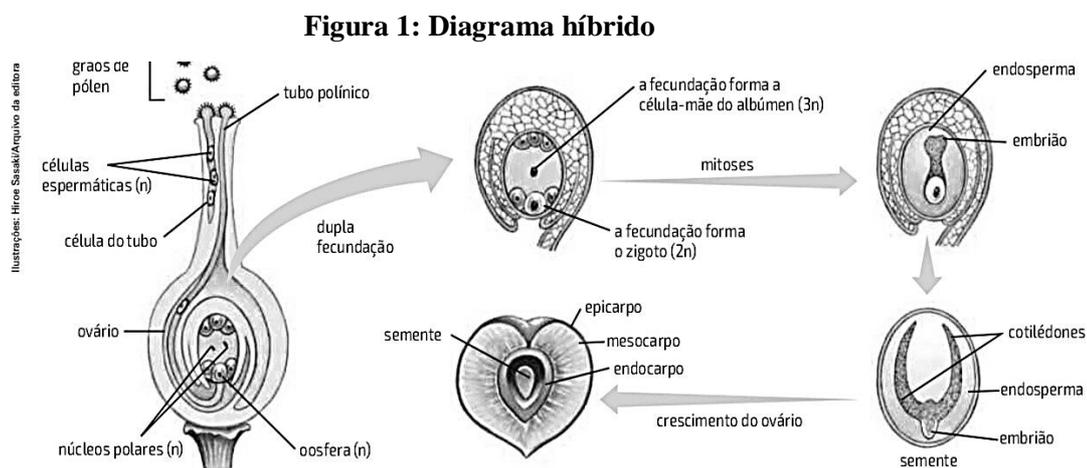


Figura 6.10 Esquema simplificado de fecundação e formação da semente e do fruto. (Os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 65.

Também constatamos que o tipo *árvore filogenética* não é contemplado pelo referencial. Isso parte da premissa que essas representações são típicas da área das Ciências Biológicas. Halverson e Friedrichsen (2013) relatam que esse tipo de RG é utilizado em livros de Biologia e representa a história evolutiva dos seres vivos.

A fim de classificar tais RG segundo o referencial anteriormente citado, optamos por identificar as *árvores filogenéticas* como diagramas de processo, pois, elas perpassam uma ideia de progressão de eventos, com utilização de recursos como linhas e demonstram modificações de padrões e estruturas (López-Manjón & Postigo, 2014).

Na análise da *árvore filogenética* a seguir (Figura 2), observamos alguns aspectos da sua organização e da supressão de informações nas legendas que podem comprometer a compreensão de quem lê esse material ou contribuir na construção de uma interpretação errônea da RG.

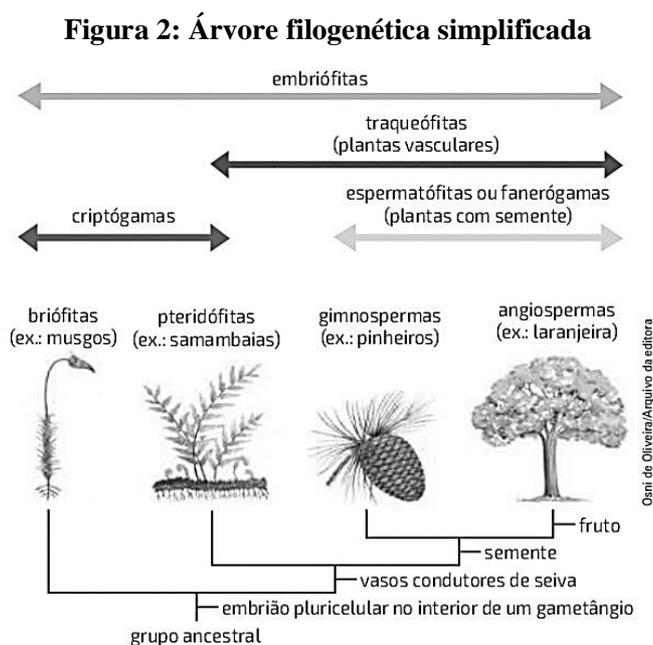


Figura 5.4 Árvore filogenética simplificada das plantas, com indicação de algumas novidades evolutivas. (Os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 63.

A imagem anterior representa uma *árvore filogenética* (diagrama de processo), porém as setas acima dessa RG podem gerar impasses na compreensão dos fatos apresentados. As setas dessa imagem, mesmo com tamanhos diferentes em relação aos grupos vegetais que elas intenciam abranger, bem como delimitar características (novidades evolutivas), ainda assim perpassam uma ideia de continuidade e não de especificidade ou delimitação, tanto para os grupos que são representados antes das setas quanto para os que vêm depois dessas indicações, representando uma ideia de continuidade.

Esses recursos quando utilizados devem ser detalhados nas legendas ou no corpo do texto para que não haja comprometimento na interpretação das informações e necessitam de um melhor tratamento na sua elaboração. De acordo com Mayer (2005), simplesmente adicionar palavras e imagens em materiais, sem uma organização minuciosa, não garante acesso à aprendizagem.

Por meio da investigação dos tipos de RG, observamos casos em que há diferença de classificação proposta pela coleção dos LD e o referencial utilizado para tal objetivo. Os autores da coleção classificam como esquema simplificado, porém é notável uma sequência de eventos (ciclo reprodutivo) que perpassa uma ideia de movimento e progressão de um fenômeno, sendo que, para López-Manjón e Postigo (2014), a evolução de um fenômeno, assim como as mudanças que ocorrem na estrutura representada, são típicos de diagramas de processo. Assim, podemos evidenciar a representação a seguir (Figura 3).

Figura 3: Representação do tipo esquema simplificado para os autores da coleção

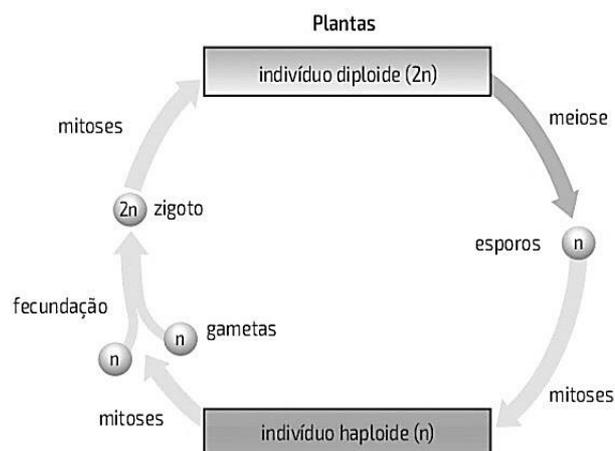


Figura 5.5 Esquema simplificado do ciclo reprodutivo de animais e de plantas.

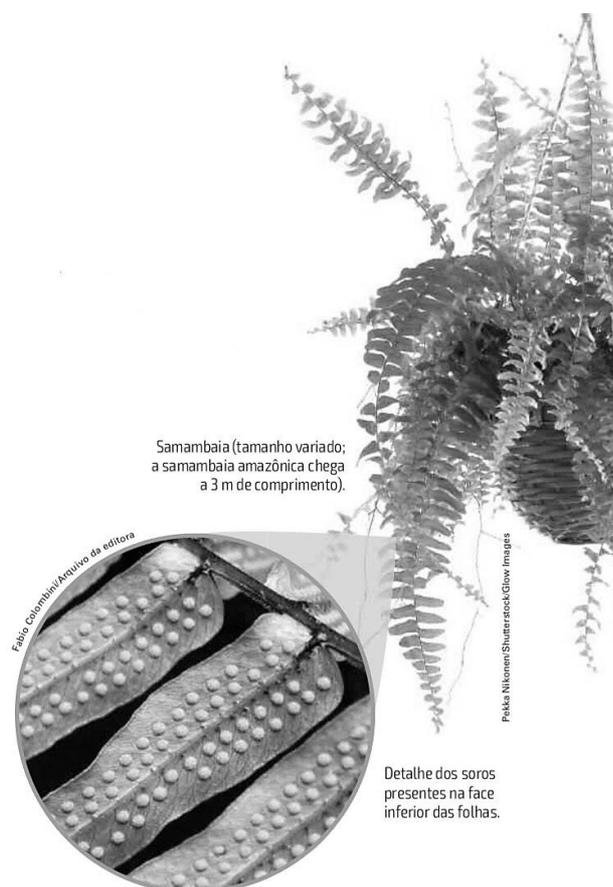
Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 64.

Identificamos também as ampliações como recursos didáticos, tanto em forma de desenho quanto em imagem técnica (microscópio óptico e eletrônico) e fotografia. Tais recursos expandem a possibilidade de conhecer com mais detalhes e profundidade estruturas geralmente microscópicas, com destaque em partes colorizadas (por ferramentas de computação, corantes e cores fantasia), indicadas com setas e linhas, além da possibilidade de transposição de desenhos para fotografias ou imagens técnicas, aproximando o leitor para aspectos da realidade. López-Manjón e Postigo (2014) indicam que os recursos de ampliações, seções, colorização etc., podem facilitar o processo de interpretação das imagens e dos fenômenos representados.

As transições de uma RG submicroscópica ou microscópica para uma macroscópica, ou entre macroscópicas, devem ser cuidadosamente elaboradas e utilizadas, pois, segundo Han e Roth (2005) estas demandam um conhecimento prévio por parte do leitor das características macroscópica da imagem para o entendimento das informações que estão sendo ampliadas.

Nesse sentido, podemos destacar a representação a seguir (Figura 4):

Figura 4: Representação dos soros da samambaia sem um conceito prévio



Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 66.

Caso o aluno não conheça o que são os soros das samambaias e a RG for apresentada sem uma legenda descritivo-explicativa sobre a estrutura ou ausente de uma referência da imagem ao corpo principal do texto, é possível que essa RG gere dúvidas ou contribua em uma construção incompleta de conceitos. Destacamos ainda que os autores apresentam junto à imagem a informação de que os soros estariam localizados na face inferior das folhas, sendo que na realidade o destaque encontra-se nos folíolos, o que transmite a ideia que cada folíolo é uma folha e não o conjunto deles.

A partir dessa linha de raciocínio, Lemos (2018) destaca que, por vezes [...] as representações não auxiliam de forma detalhada o processo de decodificação e, conseqüentemente isso pode interferir na leitura e compreensão das figuras em diferentes níveis de escala de representações gráficas expressas nos livros didáticos [...] (Lemos, 2018, p. 82).

Percebemos ainda que as ampliações reais (imagens técnicas e fotografias) e, a quantificação da ampliação ou tamanho da estrutura representada são citados na maioria dos casos, com exceção da Figura 4, em que não há identificação dessas informações. No caso da ampliação com desenhos, também identificamos a ausência dessas quantificações (Figura 5). Isso pode dificultar a compreensão sobre o tamanho aproximado das estruturas, ou seja, limita a decodificação de informações se elas são macroscópicas, microscópicas ou submicroscópicas.

Figura 5: Representação gráfica elaborada com desenho, com ampliação e sem os dados de quantificação da estrutura ampliada

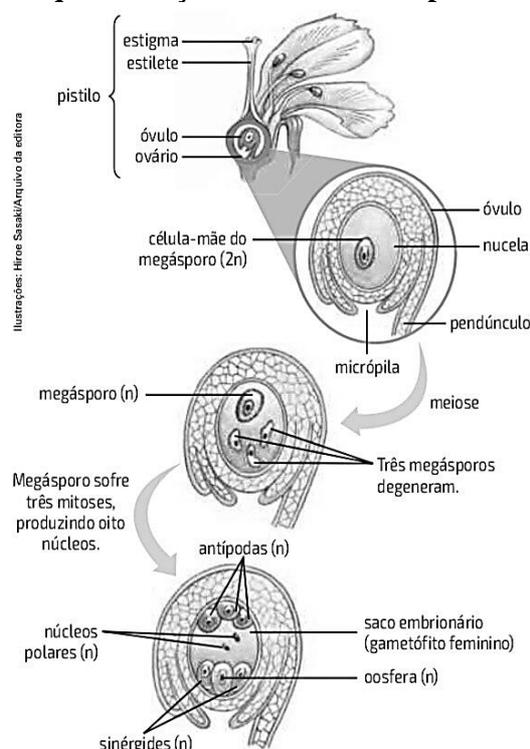


Figura 6.8 Ilustração esquematizando a formação do megásporo e do gametófito feminino. (Os elementos ilustrados não estão na mesma escala; cores fantasia.)

Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 77.

Para as representações simbólicas destacamos o uso de gráficos em questões de atividades. Durante a leitura dos capítulos, não havia explicações de como deve ser feita a leitura dessas representações, sendo que, “[...] apesar do sucesso e da multiplicação do uso de gráficos, existem evidências de que nem todo indivíduo consegue extrair informações e captar as mensagens neles contidas” (Cazorla, 2002, p. 6) sem um auxílio ou conhecimento prévio. Nesse sentido, Mevarech e Kramarsky (1997) afirmam que mesmo considerando a importância do uso de gráficos em Ciências, o entendimento dos alunos a respeito destes é bastante limitado. O contato contínuo do estudante com essas RG e explicações introdutórias de como deve ser feita a leitura dessas imagens pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A respeito da relação entre as representações gráficas e os textos dos livros didáticos, identificamos as *decorativas*, *ilustrativas*, *explicativas* e *complementares* no decorrer desses materiais.

Verificamos que as relações decorativas foram utilizadas pontualmente nas páginas de abertura dos livros didáticos (sumário) com objetivo de trazer uma referência dêitica dos assuntos que serão abordados. Também encontramos essas relações sendo utilizadas em alguns casos ao longo do corpo do texto. Neste caso, as representações quantitativas em questão, abordavam reações químicas, as quais estão alocadas no corpo do texto do capítulo referente à “Fotossíntese e Quimiossíntese” e não foram seguidas de legendas ou descrição

sobre o que a RG significa. Segundo Carney e Levin (2002) imagens decorativas geralmente não melhoram a aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de um texto.

As legendas são elementos fundamentais das RG e auxiliam o entendimento/interpretação das imagens. Para Lemos (2018), uma representação gráfica sem identificação pode comprometer o processo de aprendizagem.

Partindo para as outras relações, averiguamos uma quantidade restrita do uso das representações ilustrativas, visto que na maioria das legendas das RG existem informações extras em relação ao texto dos materiais, caracterizando-as como complementares.

Em relação às representações complementares, apresentam aspectos importantes para a construção de conhecimentos, pois podem: (1) trazer informações de síntese, (2) abordar informações que não estão no texto, amplificando os conceitos a partir das imagens e (3) informar dados de localidade, tamanho da estrutura representada e ano de registro. Nessa perspectiva, Roth e Pozzer (2003) destacam que as informações disponibilizadas nas representações complementares não devem apenas ser inéditas em relação ao texto, mas também devem ajudar os leitores a entenderem melhor os conceitos biológicos que estão sendo ensinados.

Em contrapartida, durante as análises das RG complementares e explicativas, identificamos que as abordagens das plantas continham dois perfis de representação, sendo eles, direto, quando as plantas são referenciadas em primeiro ou segundo plano da imagem e indireto, quando as plantas não são referenciadas como elementos da RG. O perfil indireto das RG com plantas (Figura 6) pode ser uma evidência do que conhecemos como Cegueira Botânica.

Quanto à Cegueira Botânica, Wandersee e Schussler (1998) conceituam como

[...] incapacidade de ver ou notar as plantas em seu próprio ambiente – levando a: (a) incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no contexto humano; (b) a incapacidade de apreciar as características biológicas estéticas e únicas das formas de vida pertencentes ao Reino vegetal; (c) a equivocada classificação antropocêntrica das plantas como inferior aos animais, levando a uma conclusão errônea de que elas são indignas da consideração humana (Wandersee & Schussler, 1998, p. 3).

Figura 6: Perfil indireto da Representação Gráfica

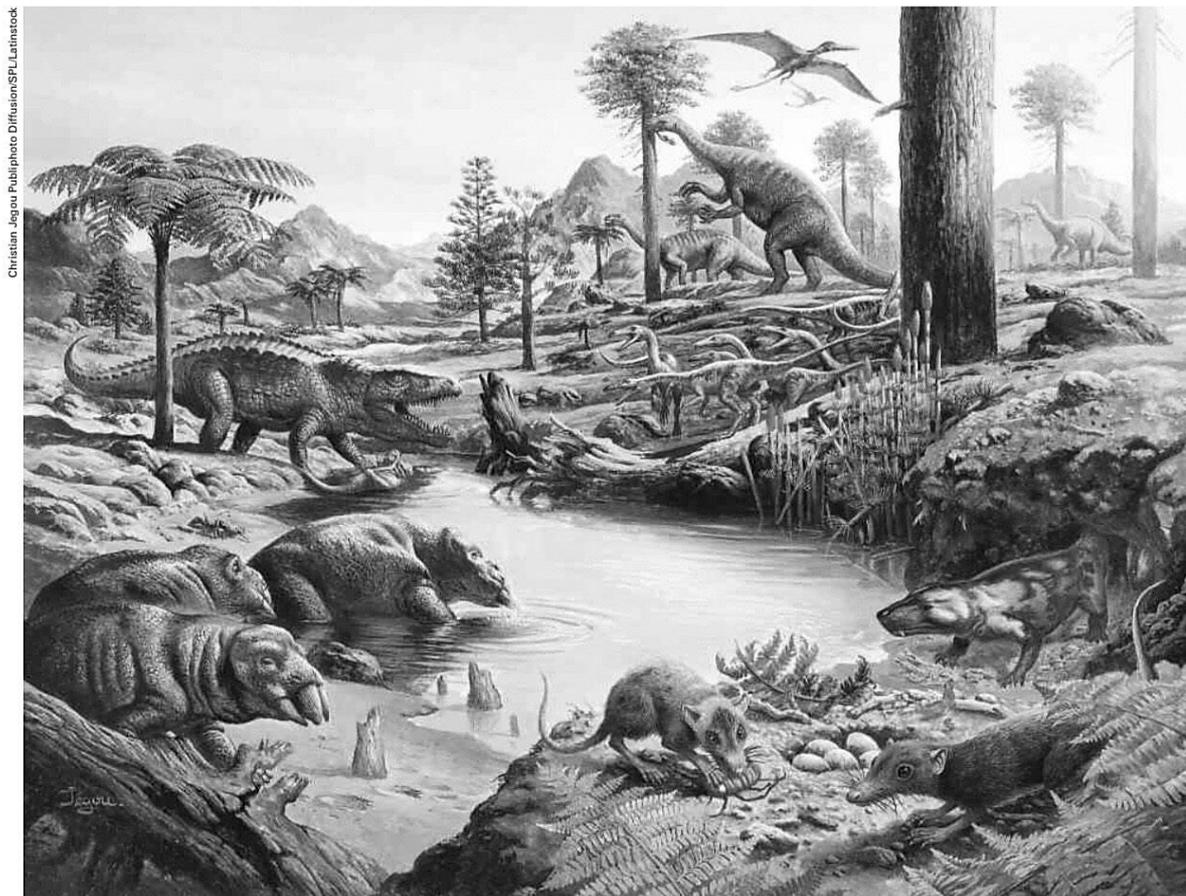


Figura 16.21 Reconstituição artística de animais do período Triássico (248 a 206 milhões de anos atrás). Acima e à esquerda, um dos maiores répteis carnívoros da época (gênero *Postosuchus*), com cerca de 4 m de comprimento. Abaixo dele, três dos maiores terapsídeos herbívoros da época (gênero *Placerias*), com cerca de 3,5 m de comprimento. Abaixo e à direita, aparecem dois exemplares dos primeiros mamíferos (gênero *Megazostrodon*, cerca de 10 cm de comprimento). Atrás deles, à direita, outro terapsídeo (gênero *Cynognathus*; cerca de 1 m de comprimento). Ao fundo podem ser vistos vários dinossauros e, no alto, um pterossauro.

Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 216.

O fato de suprimir informações sobre a Botânica em muitas representações, mesmo que o foco dessas não sejam as plantas, podem contribuir em construção limitada de conceitos da área, ou seja, distanciando-se da característica principal das RG complementares, de auxiliar no entendimento dos conceitos biológicos.

Outro aspecto que pode dificultar na aprendizagem visual das RG consiste na disposição de imagens fora do contexto de um capítulo do livro didático ou com informações incompletas. Na Figura 7, atentamos às plantas ninfeas (à frente da imagem) e aguapés (posicionados atrás das ninfeas) que são representantes do grupo das Angiospermas (esquerda) e o samambaiçu (direita), que pertencem às Pteridófitas, classificação ainda utilizada em livros didáticos atualizados. Essas imagens estão dispostas no texto introdutório sobre Briófitas e Pteridófitas sem uma classificação sobre a qual grupo vegetal as plantas da RG pertencem, nessa concepção os alunos podem desenvolver uma classificação sistemática errada dessas plantas.

Figura 7: Representação de Angiospermas (ninfeas e aguapé) e Pteridófita (samambaiçu) respectivamente, retiradas do capítulo referente à Briófitas e Pteridófitas, sem a classificação sistemática



Figura 5.1 As ninfeas (de 15 cm a 80 cm de diâmetro dependendo da espécie), que aparecem em primeiro plano, e os aguapés (cada folha tem cerca de 10 cm de comprimento), ao fundo, são exemplos de plantas aquáticas. Elas são descendentes de espécies já extintas de plantas terrestres.



Figura 5.2 Samambaiçu na Mata Atlântica, Tapirai (SP). As folhas dessa planta podem ultrapassar 2 metros de comprimento.

Fonte: Biologia Hoje, volume 2, p. 62.

As representações têm a função de trazer informações em uma perspectiva visual e de resgatar informações prévias do leitor. Neste contexto, mesmo que uma ilustração específica do livro possa ser projetada para ser cognitivamente útil, pode vir a ser funcionalmente inútil a menos que o aluno perceba o conteúdo ou processo ilustrado na maneira pretendida (Carney & Levin, 2002). Assim, imagens deslocadas de um contexto e com informações insuficientes irão comprometer a formação de significados e conceitos pelos alunos.

Por fim, vale ressaltar a relevância das representações explicativas, que assumem o papel de representar os dados do texto em forma de imagens, resumindo as informações contidas neles para outra dimensão ou perspectiva, podendo facilitar a assimilação dos conteúdos. Roth e Pozzer (2003) afirmam que esse tipo de RG norteia a interpretação das imagens em relação ao corpo do texto.

A partir das análises conduzidas nesta pesquisa, podemos identificar a importância das Representações Gráficas ao assumir um perfil complementar de informações ou quando sintetizam dados que estão nos textos dos Livros Didáticos. Dessa forma, notamos que as RG possibilitam a observação de fenômenos em outras perspectivas além das textuais, o que contribui para a construção de novos significados sobre os conteúdos estudados. Em contrapartida, uma RG fora de um contexto central de uma matéria, sem cuidados quanto às proporções dos elementos que a compõem e às legendas, pode assumir uma função antagônica, ou seja, afetar negativamente o processo de ensino-aprendizagem.

Quanto ao ensino de Botânica, que abrange conteúdos relevantes do nosso cotidiano, como questões ecológicas (relações alimentares, agricultura e aspectos ambientais), econômicas e sociais, é tratado de forma restrita e descontextualizada nos textos dos livros didáticos assim como nas RG. Assim, o uso contínuo das representações de plantas ausentes de um destaque quanto a sua importância, desvinculada de outras áreas da Biologia, com abordagens que costumam incluir uma compreensão restrita da natureza, colabora para o desenvolvimento de conceitos limitados sobre o que é a Botânica, sem enfatizar sua importância, trazendo uma carga de desvalorização a esse conteúdo. Por conseguinte, muitas representações podem reforçar esse distanciamento entre alunos/professores e os conhecimentos botânicos.

À vista disso, é importante que os professores posicionem a Botânica como relevante para o contexto escolar e social, desenvolvendo práticas pedagógicas que possibilitem ampliar as noções e conceitos sobre o valor das plantas para a vida, assim como, assumir um papel

norteador para a utilização das RG e auxiliar os alunos a compreender a importância dessas imagens e como elas podem ser lidas e interpretadas.

Considerações finais

Nesta pesquisa, buscamos investigar o uso das Representações Gráficas sobre Botânica em livros didáticos de Biologia (Biologia Hoje: volumes 1,2 e 3), direcionando as análises para os tipos, níveis de escala e as relações entre as Representações Gráficas e os textos a elas associadas.

Ao analisarmos os tipos e níveis de escala das imagens, enfatizamos quanto ao uso dos *diagramas híbridos* e as *árvores filogenéticas*. Os *diagramas híbridos* apresentam características dos diagramas de estrutura e processo, transpondo informações que vão além da indicação de regiões estruturais dos componentes abióticos e bióticos do meio ambiente, mas também transmitem uma ideia de progressão de fenômenos e mudanças em suas partes. Estes diagramas possibilitam uma visualização dinâmica dos eventos biológicos, fornecendo resumos esquemáticos de um texto para uma perspectiva pictórica. Quanto às *árvores filogenéticas*, observamos componentes visuais como recursos alocados e utilizados sem descrições suficientes nas RG, que podem comprometer o processo de significação das informações desses materiais pelos alunos.

Partindo dessa análise, também averiguamos o uso das ampliações, que garantem a observação de estruturas microscópicas e submicroscópicas, situando os leitores a dimensões que vão além da visão humana, sem a necessidade de lupas, microscópios óptico e eletrônico. Todavia esses recursos devem ser bem dispostos e elaborados, pois a ausência dos dados de quantificação de ampliação ou do tamanho dos componentes pode dificultar a compreensão das proporções reais destes.

Ao investigarmos as relações entre as RG e os textos dos Livros Didáticos, identificamos diversos aspectos que podem comprometer o ensino-aprendizagem dos conteúdos da Botânica. Nesse sentido, detectamos casos em que os conceitos foram mal aplicados, sem legendas ou com legendas que forneciam informações insuficientes. Assim como a aplicação de imagens com o perfil indireto da utilização das plantas em representações explicativas e complementares, que reduzem sua importância nos meios biológicos e atribuí apenas um papel decorativo às plantas, suportando as ideias sobre a Cegueira Botânica.

As informações evidenciadas por esta pesquisa demonstram a necessidade do estudo das RG sobre Botânica nos livros didáticos, pois a partir delas podemos compreender os diversos aspectos que versam sobre as dificuldades de interpretação dos alunos e refletir quanto ao planejamento dos professores, ao considerar as numerosas RG que são apresentadas nos livros didáticos e a (re)formulação / atualização desses materiais.

Referências

- Ainsworth, S. (1999). The function of multiple representations. *Computer & Education*, 33, 131-152.
- Brasil (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação.

- Brasil (2015). *Coleção mais distribuída por componente curricular*. Brasília: Ministério da Educação.
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations *still* improve student's learning from text. *Educational Psychology Review*. 14(1), 5-26.
- Cazorla, I. M. (2002). *A relação entre a habilidade viso-pictórica e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fracalanza, H., & Megid Neto, J. (2006). *O livro didático de Ciências no Brasil*. Campinas, SP: Editora Komedi.
- Freitas, D., Menten, M. L. M., Souza, M. H. A. O., Lima, M. I. S., Buosi, M. M., Loffredo, A. M., & Weigert, C. (2012). *Uma abordagem interdisciplinar da botânica no ensino médio*. São Paulo, SP: Moderna.
- Halverson, K. L., & Friedrichsen, P. (2013). Learning tree thinking: Developing a new framework of representational competence. In: *Multiple representations in biological education*. Nova Iorque, NY: Springer.
- Han, J., & Roth, W. M. (2006). Chemical inscriptions in korean textbooks: semiotics of macro- and microworld. *Wiley Periodicals*. 90, 173-201. doi: 10.1002/sci.20091
- Lemos, R. A. (2018). *Representações gráficas em livros didáticos de Biologia* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Maranhão, Maranhão.
- Linhares, S., Gewandsznajder, F., & Pacca, H. (2017). *Biologia hoje: citologia, reprodução e desenvolvimento, histologia, origem da vida*. São Paulo, SP: Editora Ática.
- Linhares, S., Gewandsznajder, F., & Pacca, H. (2017). *Biologia hoje: os seres vivos*. São Paulo, SP: Editora Ática.
- Linhares, S., Gewandsznajder, F., & Pacca, H. (2017). *Biologia hoje: genética, evolução, ecologia*. São Paulo, SP: Editora Ática.
- Lopes, W. R., & Vasconcelos, S. D. (2012). Representação e distorções conceituais do conteúdo "Filogenia" em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Rev. Ensaio*, Belo Horizonte, 14(03), 149-165.
- López-Manjón, A., & Postigo, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(03), 551-570.
- Lowe, R. K. (1993). *Success ful instrucional diagrams*. London: Kogan Page.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, SP: EPU.
- Mayer, R. E (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. 3. ed. Santa Bárbara, CA: Universty of Califórnia.
- Mcgrath, M. B. & Brown, J. R. (2005). Visual learning for science and engineering. *Computer Graphics and Applications*, 25(5), 56-63.

- Mcculloch, G. (2004). *Documentary Research in Education, History and the Social Sciences*. Londres: Routledgefalmer.
- Mevarech, Z. R. & Kramarsky, B. (1997). From verbal description to graphic representations: stability and change in students' alternative conceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 229-263.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Nova Iorque, NY: Oxford University Press.
- Pozzer, L. L., & Roth, W. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of research in science teaching*, 40(10), 1089-1114.
- Roth, W. M., & Pozzer, A. L. (2013). Pictures in Biology Education. In: Treagust, D. F., & Tsui, C. (Ed.). *Multiple Representations in Biological Education* (p.3-369). Nova Iorque, NY: Springer.
- Salatino, A., & Buckeridge, M. (2016). "Mas de que te serve saber botânica?". *Estudos avançados*, 30, 177-196.
- Tsui, C., & Treagust, D. F. (2013). *Introduction to multiple representations: their importance in biology and biological education*. Nova Iorque, NY: Springer.
- Van Der Meiji, J., & De Jong, T. (2003). *Learning with multiple representations: Supporting students' translation between representations in a simulation-based learning environment*. Paper apresentado in: Conferência de EARLI. Pádua, IT.
- Vasconcelos, S. D., & Souto, E. (2003). O livro didático de ciências no ensino fundamental – propostas de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, 9(1), 93-104.
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1998). *A model of plant blindness*. Painel e paper apresentados in: 3rd Annual Associates Meeting of the 15^o Laboratory. Baton Rouge, LA.
- Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitivescience*, 21(2), 179-217.

Recebido: 15/04/2019

Aceito: 06/09/2019

Publicado: 06/12/2020

NOTA:

Os autores foram responsáveis pela concepção do artigo, pela análise e interpretação dos dados, pela redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito e, ainda, pela aprovação da versão final a ser publicada.