

Representações gráficas em livros didáticos de biologia: uma análise de manuais do professor

Graphical representations in biology textbooks: an analysis of teachers' manual

Renata Araujo Lemos¹

Mariana Guelero Valle²

Resumo: Este trabalho objetivou analisar as orientações sobre representações gráficas presentes nos manuais do professor em coleções de livros didáticos de biologia aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Como referencial metodológico, foi utilizada a análise de conteúdo. A partir da investigação, foram elaboradas seis categorias: linguagem, finalidades, aprendizagem, habilidades, relação entre disciplinas e orientações ao professor quanto ao uso das representações gráficas em situações de ensino. Esta pesquisa trouxe evidências de que apesar do livro do aluno possuir uma variedade de tipos de representações gráficas, os manuais do professor se restringem a apresentar orientações pontuais geralmente com sugestões direcionadas a apenas algumas tipologias e não incluem explicitamente como o educador poderia utilizar representações gráficas no planejamento e avaliação de suas aulas.

Palavras-chave: Livro Didático; Ensino de Biologia; Imagens; Prática Pedagógica; Pesquisa Documental.

Abstract: This work aimed to analyze the orientations on using graphical representations present in teachers' manuals of a biology textbook collection approved by the National Textbook and Educational Materials Program (PNLD). As a methodology reference, we used content analysis. Six categories were elaborated: language, finalities, learning, abilities, relations among subjects, and orientations to teachers. The present research brought evidence that teachers' manuals do not include information on how educators could use graphical representations to plan lessons and assess despite the wide variety of graphical representation found in students' textbooks. Teachers' manuals are restricted to presenting punctual orientations with suggestions regarding only a few typologies of graphical representations and they do not include how the educator could use in the planning and evaluation of their classes.

Keywords: Textbook; Biology Teaching; Images; Pedagogical Practice; Documentary Research.

Introdução

As representações são amplamente adotadas para expor objetos, conceitos e fenômenos de variadas formas. De acordo com Piaget (1982, p. 231), o termo representação pode ser definido como “a capacidade de evocar mediante um signo ou uma imagem simbólica o objeto ou ação ainda não consumada”. Nessa perspectiva, Larkin e Simon (1987) esclarecem que os seres humanos produzem as representações internas e externas. As representações internas são aquelas construídas e armazenadas no plano mental, enquanto que as representações externas correspondem à forma como as representações internas são materializadas em algum meio visual, seja em papel, ferramenta digital, etc. Em síntese, uma representação não é o objeto em si ou o fenômeno, ainda assim, pode auxiliar na compreensão deles (LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014).

1 Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Maranhão – E-mail: lemos.ree@gmail.com

2 Doutorado em Educação e Professora do Departamento de Biologia na Universidade Federal do Maranhão – E-mail: mariana.valle@ufma.br

A respeito das representações externas, Tsui e Treagust (2013) afirmam que estas podem incluir analogias, metáforas, representações multimodais, entre outras. Nesta investigação, trataremos especialmente sobre as representações externas do tipo gráfica. A representação gráfica corresponde a “um artefato visível em uma superfície mais ou menos plana que foi criado para expressar informações.” (ENGELHARDT, 2002, p. 2).

Em nosso dia a dia somos capazes de identificar em várias circunstâncias o uso de representações gráficas, como as tabelas nutricionais em produtos alimentícios, fotografias em propagandas de mídias impressas ou digitais, bem como gráficos em produtos e contas de energia informando sobre o consumo. Para além da relevância na comunicação da vida cotidiana, as representações passaram a ser difundidas no contexto educacional como componentes do processo de ensino-aprendizagem. O ambiente escolar, com o foco na aprendizagem visual, pode proporcionar um local favorável para o desenvolvimento desse tipo de aprendizagem pelos indivíduos. Para isso, pode-se utilizar de diferentes tipos de representação da informação, viabilizando a imersão em espaços colaborativos e criando, conseqüentemente, formas variadas de se pensar sobre Ciência (MCGRATH; BROWN, 2005).

Os docentes da área do ensino de ciências podem ter algumas dificuldades ao discutirem os conceitos e fenômenos com os seus alunos, uma vez que alguns desses conteúdos configuram-se como abstratos (FREDERICO; GIANOTTO, 2016). A biologia, por exemplo, é considerada uma disciplina em que os assuntos são complexos e torna-se difícil para o estudante compreender algumas informações, uma vez que aborda aspectos macroscópicos, microscópicos, submicroscópicos e simbólicos (TSUI; TREAGUST, 2013) em suas diferentes áreas como ecologia, microbiologia, evolução, genética, dentre outras.

As representações gráficas podem contribuir na compreensão de informações no contexto do ensino de biologia, em que o educando deve ser capacitado para usar os códigos próprios dessa disciplina por meio de “textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.” (BRASIL, 1999, p. 21). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio para a área de ciências da natureza também enfatiza que o educando deve ser capaz de interpretar “gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações” (BRASIL, 2019, p. 559). Assim, conforme Dib, Mendes e Carneiro (2003) é fundamental que as imagens sejam exploradas pelo professor em suas aulas, para que os estudantes desenvolvam habilidades de leitura e interpretação.

Silva e Leta (2006) justificam a presença das figuras nos livros didáticos como aliadas para auxiliar no entendimento dos conteúdos, pois podem ser utilizadas pelos docentes e educandos para localizar, identificar e relembrar estruturas, despertar a criatividade representativa e propiciar a aproximação com informações atribuídas como invisíveis e inacessíveis (MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005). De maneira geral, as imagens expostas nos livros didáticos têm sido objeto de investigações com a finalidade de identificar tipos de representações gráficas, quantidades, proporções, informações conceituais e outros aspectos cognitivos (BOWEN, ROTH, 2002; LOPEZ-MANJÓN, POSTIGO, 2014; BIZZO, 2012).

Bowen e Roth (2002) compararam como as representações gráficas são expressas em livros didáticos e em artigos de periódicos, e concluíram que nos artigos originais há mais informações que auxiliam na interpretação, logo fornecem subsídios ao leitor para relacionar a representação gráfica com o conceito discutido. Em contrapartida, nos livros didáticos analisados por eles, são utilizadas legendas com explicações insuficientes e que oferecem pouca possibilidade do aluno relacionar com o conceito que está sendo estudado.

Outro aspecto frequentemente discutido é sobre os erros conceituais nas imagens em livros didáticos, visto que algumas apresentam informações incorretas ou incompletas. Bizzo (2012) considera que as avaliações desse recurso educacional foram e são importantes para reconhecer e evitar a propagação de erros conceituais e difusão de figuras e afirmações de cunho preconceituoso em livros didáticos de ciências.

No cenário do ensino brasileiro, existe o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), responsável por avaliar e distribuir coleções de livros didáticos para as escolas públicas. Na análise dos livros são levados em conta diversos critérios, tais como o manual do professor, considerado um dos componentes obrigatórios para o livro do educador, que tem por objetivo dar suporte à prática pedagógica e contribuir na mediação do processo de ensino-aprendizagem.

Após a avaliação das coleções por grupo de profissionais de cada área/disciplina é produzido o Guia do Livro Didático, que em seguida é divulgado e distribuído para as escolas públicas. Os guias abordam informações descritivas sobre cada uma das coleções aprovadas (BRASIL, 2017) com a finalidade de assessorar os educadores na escolha da coleção que será adotada na escola em que atuam.

Os livros didáticos são um dos recursos mais utilizados em sala de aula e, em muitos casos, as informações são exploradas pelos educadores na íntegra por meio de textos, exercícios e ilustrações sem questionamentos por entenderem que esses documentos estão de acordo com os parâmetros recomendados pelo Ministério da Educação (MEC) (AMARAL, 2006). Diante dessas circunstâncias, é imprescindível um olhar cuidadoso para as representações gráficas expostas nos livros didáticos, pois “o papel de realizar um melhor aproveitamento das imagens acaba sendo redirecionado ao professor, na tentativa de minimizar as falhas nelas encontradas.” (BADZINSKI; HERMEL, 2015, p. 449).

Diante desse panorama, o manual do professor pode ser considerado um documento relevante para a apresentação de informações que auxiliem o docente a refletir sobre o uso dos livros didáticos em suas práticas pedagógicas. Nesse sentido, destacamos a importância em desenvolver pesquisas que busquem investigar sobre as representações gráficas em livros didáticos de biologia, incluindo o livro do aluno e do professor. Assim, este artigo objetivou analisar as orientações sobre representações gráficas presentes nos manuais do professor em três coleções de livros didáticos de biologia aprovadas pelo PNLD.

Metodologia

Esta investigação fundamentou-se na abordagem qualitativa, sendo do tipo documental. Nesse tipo de pesquisa, o documento fornece a fonte básica de material para análise, que é realizada a partir de uma leitura minuciosa, para identificar os significados do texto e revelar as suas intencionalidades (MCCULLOCH, 2004).

Os livros didáticos de biologia foram escolhidos a partir das coleções aprovadas pelo PNLD 2018. Para a análise utilizamos o livro do professor, que é constituído da réplica do livro do aluno acrescida de comentários e respostas de atividades ao longo das páginas, em cores diferentes e tamanho reduzido. Ao final desse livro é incluída a parte intitulada *manual do professor* apresentando a obra, as respostas das atividades e em seguida aborda orientações sobre os temas dos capítulos em cada um dos volumes da coleção.

Elaboramos códigos para as coleções e os manuais do professor de cada ano para facilitar a exibição dos resultados, como pode ser observado no quadro a seguir (Quadro 1):

Quadro 1. Informações sobre as coleções analisadas

| Coleções de livros didáticos de biologia analisadas | | | |
|---|------------------|---|---|
| Coleções (Código) | Nome | Descrição bibliográfica | Manuais do professor (Código) |
| A | Biologia Hoje | Autores: LINHARES, S; GEWANDSZNAIDER, F; PACCA, H. Editora: Ática Edição: 3ª Ano: 2016 | MA1: 1º ano MA2: 2º ano MA3: 3º ano |
| B | Biologia Moderna | Autores: AMABIS; J. M.; MARTHO, G. R. Editora: Moderna Edição: 1ª Ano: 2016 | MB1: 1º ano MB2: 2º ano MB3: 3º ano |
| C | Biologia | Autores: MENDONÇA, V. Editora: AJS Edição: 3ª Ano: 2016 | MC1: 1º ano MC2: 2º ano MC3: 3º ano |

Fonte: elaborado pelas autoras.

Como referencial metodológico utilizamos a análise de conteúdo (BARDIN, 2011), organizada nas seguintes etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos. Na pré-análise foi feita a leitura flutuante dos manuais com o propósito de constatar a adequação dos documentos ao nosso objetivo de investigação.

Na etapa de exploração do material, realizamos a codificação e categorização. Conforme Bardin (2011, p. 133) “a codificação corresponde a uma transformação - efetuada segundo regras precisas - dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo”. Sendo assim, para a organização da codificação, definimos a unidade de registro e a de contexto. A unidade de registro corresponde ao recorte do texto, mais especificamente sobre uma parcela que exemplifica o conteúdo investigado. Os recortes podem levar em consideração aspectos da semântica, como o tema; ou aspectos linguísticos, a citar a palavra ou frase. Usamos o tema “Representação Gráfica” como unidade de registro. A unidade de contexto é empregada para a compreensão e significação da unidade de registro, que pode ser parágrafo para tema ou frase para palavra. Neste caso, a unidade de contexto selecionada foi o parágrafo.

Ainda na fase de codificação, identificamos os índices. O índice refere-se à “menção explícita de um tema em uma mensagem” (BARDIN, 2011, p. 130). Esse procedimento nos ajudou a direcionar o olhar para a próxima etapa: a categorização.

Na fase de categorização do material, ocorre a elaboração de categorias, que são entendidas como “rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos.” (BARDIN, 2011, p. 147). Desta maneira, as categorias que serão retratadas neste artigo foram elaboradas *a posteriori*, a partir da análise dos manuais do professor dos livros didáticos investigados.

Por fim, na etapa de tratamento dos resultados, articulamos os dados obtidos com os referenciais teóricos. Apresentaremos, a seguir, as categorias elaboradas e as reflexões sobre elas.

Representações gráficas: o que revelam os manuais do professor

Analisamos os manuais do professor das coleções A, B e C para buscar identificar se existem

orientações quanto à utilização das representações gráficas pelo docente ao trabalhar com o livro didático. A partir da análise de conteúdo, elaboramos seis categorias a respeito das orientações presentes nos manuais do professor sobre representações gráficas. As categorias são: *Linguagem*, *Finalidades*, *Aprendizagem*, *Habilidades*, *Relação entre disciplinas* e *Orientações ao professor*. Os recortes dos manuais relacionados a cada uma das categorias foram organizados de acordo com suas similaridades (índices), dando origem aos indicadores apontados no quadro 2:

Quadro 2. Categorias e indicadores sobre as sugestões de orientações presentes nos manuais do professor

| Categorias | Indicadores |
|---------------------------|---------------------------------|
| Linguagem | Códigos |
| | Ícones |
| Finalidades | Compreender |
| | Despertar o interesse |
| | Enriquecer |
| | Facilitar a leitura |
| | Ilustrar |
| | Incentivar a participação ativa |
| | Representar |
| | Simular |
| | Sistematizar |
| | Visualizar |
| Aprendizagem | Etapa de escolarização |
| | Não memorização |
| Habilidades | Reconhecer e identificar |
| | Interpretar |
| | Elaborar |
| | Relacionar informações |
| Relação entre disciplinas | Arte |
| | Física |
| | Geografia |
| | História |
| | Língua Portuguesa |
| Orientações ao professor | Avaliar |
| | Orientar e solicitar aos alunos |
| | Utilizar tipos de representação |

Fonte: elaborado pelas autoras

Linguagem

Na categoria intitulada *Linguagem* foram elaborados os indicadores Códigos e Ícones. O indicador *Códigos* pode ser evidenciado pelo trecho a seguir:

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, nesse processo, é fundamental a utilização de **diferentes códigos** – como o verbal, o oral, o escrito, o **gráfico**, o numérico, o pictórico –, de forma a se considerar as diferentes aptidões dos alunos [...]. (MA1, p. 299, grifo nosso).

Os autores dessa coleção utilizam uma citação dos PCN para enfatizar a importância de vários códigos no processo de ensino-aprendizagem, valorizando a integração entre as linguagens. Segundo Dib, Mendes e Carneiro (2003), os diferentes tipos de imagens utilizadas no ensino de ciências podem auxiliar o aluno a estabelecer uma relação explícita com a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Sobre o indicador Ícones, são exemplificados tipos de ícones (representações gráficas) como uma forma de leitura:

Salientar que ícones (por exemplo, as **imagens**, **gráficos**, e **mapas** presentes no livro-texto), constituem artefatos cognitivos que propiciam e facilitam a descoberta do conhecimento científico, constituindo também uma “leitura”. (MA1, p. 297, grifo nosso).

Nota-se que os autores ressaltam a importância de diferentes ícones como artefatos facilitadores do entendimento de conceitos e também são reconhecidos como uma leitura. Quanto a esse quesito, vale frisar que o desenvolvimento de bons leitores se enquadra em uma das centralidades das instituições de ensino e, ao viabilizar essa tarefa, “estarão realmente cumprindo o seu papel de preparar indivíduos para a vida” (COSCARELLI, 2002, p. 8). De acordo com Lerner (2010, p. 127) na formação de leitores autônomos no ambiente escolar, é fundamental “gerar um conjunto de condições didáticas que autorizem e habilitem o aluno a assumir sua responsabilidade como leitor”. Nessa perspectiva, ao formar para a vida, as estratégias de ensino devem contemplar a linguagem oral, escrita, bem como as representações gráficas e outras formas de compartilhar informações.

Coscarelli (2002, p. 8) chama a atenção para o papel do docente ao promover atividades de leitura, em que:

É fundamental que o professor tenha consciência da teoria que está por trás de cada atividade de leitura que realiza em sala de aula. Assim ele terá mais critérios para criar suas próprias atividades e/ou para selecionar dentre as que ele conhece, ou que lhe forem sugeridas por colegas ou em materiais didáticos, aquelas relevantes para a leitura. Conhecer um pouco da teoria vai também fazer com que o professor seja capaz de modificar atividades para que elas sirvam aos seus propósitos naquele determinado momento.

Depreendemos que esse entendimento da teoria da leitura deve ir para além da linguagem verbal, nesse contexto, o docente também precisa ter conhecimento sobre os aspectos intrínsecos das representações gráficas. Andrade (2018) defende que a resignificação da prática leitora deve permear as atividades escolares, ao propor exercícios de leitura com intervenções diárias, explorando diferentes espaços da escola e incentivando a produção de variados tipos de registros, como textos e também ilustrações que permitem explorar a criatividade e abstração dos estudantes. No entanto, em alguns casos, a formação de professores não direciona para a construção de saberes que auxiliem os profissionais a selecionar e rever as atividades com imagens de acordo com os objetivos de cada situação didática. Sendo assim, o manual do professor pode ser considerado um elemento chave na orientação do trabalho em sala de aula, pois ao abordar a importância das diferentes linguagens, pode ajudar o docente a compreender que as aulas de biologia devem incluir não apenas a fala e a escrita, mas uma variedade de códigos e ícones que se constituem como importantes instrumentos para oportunizar o entendimento dos conteúdos.

Finalidades

Na categoria *Finalidades* foram elaborados dez indicadores: *Contribuir para compreensão, Despertar o*

interesse, Enriquecer/Complementar, Facilitar a leitura, Ilustrar, Incentivar a participação ativa, Representar, Simular, Sistematizar e Visualizar. A seguir podemos observar exemplos de cada um dos indicadores dessa categoria:

No início de cada capítulo, há um conjunto de texto e imagem que faz uma conexão entre um tópico do capítulo e a saúde, o cotidiano, o ambiente, a tecnologia, a sociedade ou alguma informação que **desperte o interesse** do aluno porque faz parte de sua cultura. (MA1, L1, p. 302, grifo nosso).

[...] a organização do conteúdo em textos e boxes até o uso de fotos, esquemas e modelos que **facilitam a leitura** e incentivam a **participação ativa do aluno** em seu próprio aprendizado. (MA1, L1, p. 294, grifo nosso).

Para ilustrar a diferença entre os tecidos epitelial e conjuntivo e também, a importância da substância intercelular dos tecidos conjuntivos, pode-se valer de imagens (baseadas em microscopia de luz) do tecido conjuntivo propriamente dito e do tecido ósseo ao lado de uma epiderme. (MA1, p. 347, grifo nosso).

[...] Essas pesquisas **poderão ser enriquecidas** com ilustrações, fotos, vídeos, desenhos, mapas, etc. dos animais e das regiões em que são encontrados. (MA2, p. 331-332, grifo nosso).

[...] Com esses modelos, eles **poderão simular** as fases de metáfase e anáfase da meiose, o que irá facilitar a compreensão de que os alelos se distribuem em gametas diferentes [...]. (MA3, p. 316, grifo nosso).

Outra opção é realizar a atividade prática sugerida na página 316 deste manual, utilizando modelos com dois pares de bastões de madeira, massa de modelar materiais **para representar** a disposição e distribuição dos cromossomos e dos alelos na meiose [...]. (MA3, p. 319, grifo nosso).

As imagens são fundamentais **para a compreensão** mais ampla dos assuntos e são acompanhadas de legendas que complementam o texto básico [...]. (MB1, p. 248, grifo nosso).

Além disso, o Guia propõe aos estudantes a produção de textos, bem como a organização de dados em forma de tabelas, desenhos ou gráficos, **ajudando-os a sistematizar** conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens. (MB1, p. 352, grifo nosso).

[...] são representados por modelos feitos de massa de modelar ou barbantes, o que **permite visualizar** os eventos meióticos e facilita entender a diferença entre as separações cromossômicas nas divisões I e II. (MB1, p. 276, grifo nosso).

A partir desses recortes nota-se que o uso de representações gráficas pode assumir diferentes propósitos, variando de acordo com o contexto e objetivos pretendidos. Ou seja, propõem um espectro amplo de finalidades no ambiente escolar como já apontadas por Tomio et al. (2013) ao identificarem que as imagens podem ser relevantes no processo de ensino, sendo utilizadas para orientar a leitura, estimular o interesse, demonstrar procedimentos, ilustrar argumentos, descrever fenômenos, etc. Incluir uma variedade de finalidades nos manuais do professor, pode ser pertinente, uma vez que de acordo com Badzinski e Hermel (2015) as figuras presentes nos livros didáticos constituem-se como importantes aliadas para auxiliar a atuação docente ao enfatizar o conteúdo apresentado e esclarecer imprecisões que às vezes não ficam claras apenas com o texto escrito.

Aprendizagem

A categoria *Aprendizagem* é composta por dois indicadores: *Etapa de escolarização e não memorização*. O indicador *Etapa de escolarização* corresponde às orientações dos manuais que envolvem níveis de escolaridade quanto ao uso de representação gráfica, como pode ser evidenciado:

Optamos por não discutir uma árvore filogenética para grupos de arqueas e bactérias, **considerando que esse tema é mais apropriado para o nível superior**. Levamos em conta que essa árvore seria bem mais complexa, porque nesses dois grupos, é bastante comum a transferência de material genético de um organismo para outro que não é seu descendente, chamada transferência horizontal (ou lateral) de genes [...]. (MA2, p. 303, grifo nosso).

A discussão sobre **a aplicação da cladística** na classificação biológica, que vem provocando mudanças em árvores filogenéticas embasadas nos métodos tradicionais, pode gerar polêmicas que acrescentam um aspecto motivador, que pode ser **explorado nas aulas**. (MB2, p. 304, grifo nosso).

Com o primeiro trecho, observamos que os autores atribuem a etapa de escolarização (ensino médio) como justificativa para não incluir o uso de árvore filogenética no livro para discutir sobre as relações filogenéticas de arqueas e bactérias. Já no segundo trecho, os autores de outra coleção salientam a importância em trabalhar com árvores filogenéticas em sala de aula do ensino médio. Na investigação realizada por Rodrigues, Justina e Meglhioratti (2011), sobre o conteúdo de filogenética em livros didáticos de biologia aprovados pelo PNLD, os pesquisadores identificaram que três dos cinco livros analisados utilizam uma pequena quantidade de árvores filogenéticas, o que, de acordo com eles, seria um ponto negativo, pois esse tipo de representação gráfica pode ser fundamental para contribuir na aprendizagem de conhecimentos biológicos.

No contexto da sala de aula, o uso de árvores filogenéticas e cladogramas auxilia na compreensão da evolução como um processo, permitindo ao professor a apresentação de conceitos imprescindíveis para o entendimento evolutivo, como homologia, analogia, ancestral comum, entre outros (SANTOS, CALOR, 2007). Halverson e Friedrichsen (2013) defendem a relevância do uso de árvores filogenéticas também nos livros didáticos de biologia, em razão de poderem ser utilizadas para indicar relações de herança, genômica e processos evolutivos que são difíceis de descrever.

Verifica-se, de modo geral, que o conhecimento de representações como árvores filogenéticas e cladogramas é frequentemente requerido em avaliações como ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) a partir de uma perspectiva interpretativa. No entanto, para que a compreensão seja possível pelos alunos dessa etapa de escolarização, é necessário, de acordo com Halverson (2011), que o ensino sobre filogenia foque em dois conjuntos de habilidades fundamentais, sendo um deles a leitura de árvores filogenéticas e o outro, a construção desse tipo de representação. Sendo assim, enfatizamos que o ensino de biologia deva promover atividades de leitura e produção desses tipos de representação durante as aulas, para que o estudante tenha parâmetros para realizar uma boa interpretação dos processos evolutivos.

Nos recortes a seguir destacamos os exemplos do indicador *Não memorização* que foi elaborado a partir de informações presentes nos manuais relacionadas à aprendizagem ao utilizar representação do tipo gráfica no ensino:

[...] é preciso **ir além da mera transmissão de fórmulas** ou nomes para serem decorados. (MA1, p. 295, grifo nosso).

[...] foram selecionadas questões que vão além da memorização e exigem elaboração de hipóteses, **análise de gráficos**, experimentos ou **tabelas**. (MA1, p. 302, grifo nosso).

Nos trechos citados, a aprendizagem relacionada às representações é vista como um processo que não deve ser baseado na memorização, mas precisa ir além da proposta de decorar fórmulas, por exemplo, pois o mais relevante é que o aluno tenha conhecimentos para saber distinguir em quais momentos as

fórmulas podem ser utilizadas (FLORES; MORETTI, 2005). Além disso, frisar que a representação do tipo tabela exige análise é relevante, pois Duval (2003) esclarece que a disposição de dados quantitativos em colunas e linhas pode facilitar a visualização dessas informações, mas é necessário compreender o funcionamento desse tipo de representação para possibilitar inferências e extrapolações.

McGrath e Brown (2005) também defendem que a memorização não deve ser o foco do ensino por meio das representações gráficas. Desse modo, deve-se propor exercícios que permitam ao aluno identificar as características de cada tipo de representação, para que servem, como lê-las e assim o educando conseguirá compreendê-las sem a obrigação de priorizar a memorização. Vale ressaltar que a aprendizagem é construída a partir do desenvolvimento de habilidades que tornam o sujeito competente para lidar com diferentes linguagens, portanto, discutiremos mais sobre esses aspectos na categoria a seguir.

Habilidades

Para a categoria *Habilidades* foram construídos quatro indicadores: *Reconhecer e identificar*, *Interpretar*, *Elaborar e Relacionar informações*. A respeito do indicador *Reconhecer e Identificar*, apresentamos o trecho:

Reconhecer e identificar, em esquemas e fotomicrografias, diferentes partes das células, tais como: membrana plasmática, citosol, retículo endoplasmático, complexo golgiense, mitocôndria, plasto, centríolo, cílio e flagelo. (MB1, p. 263, grifo nosso).

De acordo com o exemplo acima, os alunos devem ser capazes de reconhecer e identificar as estruturas presentes nas representações. Essa habilidade corresponde a uma das mais citadas nas orientações sobre o uso das representações gráficas nos manuais analisados. Nesse contexto, é importante que os estudantes sejam incentivados a identificar diferentes estruturas presentes nas representações relacionadas ao conteúdo estudado; mas esclarecemos também que os educandos não devem ficar restritos à simples identificação, pois a aprendizagem com representações gráficas inclui outras habilidades, como as que ainda serão discutidas.

Destacamos alguns recortes que exemplificam o indicador *Interpretar*:

As questões 8 e 9 de Atividades exigem que o estudante **saiba interpretar gráficos**. Mais uma vez, cabe ao professor acompanhar de perto a resolução das atividades para avaliar como os alunos estão desenvolvendo essa habilidade. (MA1, p. 350, grifo nosso).

Como podemos observar no trecho acima, os manuais do professor destacam a relevância da habilidade de *Interpretar*, referindo-se a um tipo específico de representação: os gráficos. Atividades com esse tipo de representação requerem que o estudante “realize uma leitura além dos dados, ou seja, apreenda informações que não estão explícitas nos gráficos, sendo necessário para isso relacionar os dados contidos neles e fazer algumas inferências” (SILVA; SILVA, 2016, p. 7). Devido a essas características, em muitos casos, os educandos apresentam algumas dificuldades ao interpretar gráficos. Roth e McGinn (1997) indicam que esse obstáculo é frequente, visto que exige um alto grau de abstração. Para superar essas dificuldades, os pesquisadores supracitados enfatizam a necessidade de promover mais atividades que explorem a interpretação de gráficos em sala de aula.

Sabe-se que esse tipo de representação (gráficos) geralmente é associado a dificuldades na interpretação. No entanto, ressaltamos que essas orientações deveriam se estender aos outros tipos de

representação gráfica, pois há uma ampla variedade de tipologias que são utilizadas ao longo de todo o livro do aluno, inclusive nas atividades.

O indicador *Elaborar* é a habilidade mais utilizada pelos autores dos manuais, conforme os trechos destacados abaixo:

[...] que os alunos **construam desenhos** esquemáticos do ciclo da liberação de gás carbônico na combustão dos dois tipos de combustível e da aquisição desse gás pelas plantas.” (MA1, p. 329, grifo nosso).

Além disso, o Guia propõe aos estudantes a **produção** de textos, bem como a organização de dados em forma de **tabelas, e desenhos ou gráficos**, ajudando-os a sistematizar conhecimentos e a apresentá-los em diferentes linguagens. (MB1, p. 35, grifo nosso).

A partir desses exemplos, verifica-se uma diversidade de sugestões de elaboração de representações pelos alunos, que podem ser utilizadas em diferentes situações didáticas de acordo com os conteúdos. A presença dessas orientações nos manuais é uma característica positiva, uma vez que, de maneira geral, espera-se que os estudantes sejam capazes de produzir variados tipos de representação.

No estudo realizado por Padovani (2012) houve a proposição de uma atividade em que os alunos do ensino superior deveriam elaborar representações. Após a realização, ocorreu a fase de autoavaliação e as principais observações elencadas por eles foram que nesse processo havia a:

Necessidade de revisar o material para selecionar conteúdo para a representação gráfica;

Necessidade de consultar e fundir informações de diferentes fontes (em alguns temas) para poder montar a representação gráfica;

Para cada decisão de representação, precisa-se novamente revisar o conteúdo, para evitar transmitir informação equivocada;

Para organizar as informações na representação gráfica, precisa-se rever as relações entre conteúdos;

Produzir uma representação gráfica faz pensar mais do que escrever um resumo sobre o mesmo tema. (PADOVANI, 2012, p. 17).

Dessa maneira, entende-se que o aluno deve ter conhecimento amplo sobre o assunto para poder representá-lo, além de ser capaz de tomar decisões de qual tipo de representação gráfica pode ser mais adequado para o objetivo que se pretende. Segundo McLoughlin e Krakowski (2001), é preciso, primeiramente, manipular formas visuais existentes, para representar com competência conceitos e processos por meio de representações gráficas.

Esse indicador *Elaborar* destaca ainda a produção de legendas como constituintes da representação:

Oriente os alunos a **elaborarem legendas** que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas. (MC1, p. 299, grifo nosso).

Apesar de todos os manuais analisados apontarem orientações relacionadas à produção de representações gráficas, este foi o único momento em que identificamos a proposição de elaboração de legendas, que corresponde a um elemento fundamental das representações. Conforme Ordonez, Kulkarni e Berg (2011), as legendas são usadas para condensar o conteúdo de uma imagem. Desse modo, seria essencial que em todas as coleções, os manuais do professor incluíssem orientações para assessorar os

docentes nas explicações em sala de aula sobre a importância das legendas para a compreensão das representações gráficas.

No trecho a seguir temos um exemplo do indicador intitulado *Relacionar informações*:

Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. (MB1, p. 269, MB2, p. 299 e MB3, p. 316, grifo nosso).

Os autores desses manuais do professor sugerem que os alunos consigam relacionar as informações contidas em diferentes linguagens, incluindo as representações como gráficos e tabelas, por exemplo. Ao sugerir o uso de vários tipos de representações gráficas, pode possibilitar a apresentação de informações de diferentes maneiras pelos docentes, pois cada tipo pode salientar elementos específicos. Ainsworth (1999) afirma que, quando um único tipo de representação gráfica não é suficiente para transpor todas as informações sobre uma temática, é necessário o uso de múltiplas representações.

Relação entre disciplinas

Na categoria *Relação entre disciplinas* puderam ser evidenciados os indicadores: *Arte, Física, História, Geografia e Língua Portuguesa*. A seguir podemos observar um exemplo de indicador desta categoria:

Considere a possibilidade de integrar o estudo do capítulo com a disciplina de **Física**, enriquecendo a apresentação dos conceitos de óptica, ampliação e resolução de imagens. (MB1, p. 277, grifo nosso).

De modo geral, os conteúdos da área das ciências da natureza, como o componente curricular física, estão intimamente relacionados com os conteúdos biológicos e podem promover uma explicação mais ampla sobre o tema. Apesar disso, Augusto e Caldeira (2007, p. 152) revelam que uma das dificuldades mais apontadas pelos docentes da área de ciências da natureza para a implementação de práticas interdisciplinares, refere-se à falta “de conhecimento em relação aos conteúdos de outras disciplinas em consequência de uma formação muito específica nas universidades”. Nesse sentido, a formação de professores de áreas afins deveria preparar os profissionais para que sejam capazes de dialogar com os conteúdos, dado que a superação do distanciamento da fragmentação do conhecimento facilita o trabalho interdisciplinar (PERIN; MALAVASI, 2020).

Ademais, as orientações são muito vagas ao propor atividades interdisciplinares, conforme pode ser observado abaixo:

Explore um viés interdisciplinar do tema orientando uma pesquisa sobre os desenhos rupestres de animais encontrados em grutas como as de Lascaux, na França, ou as da Serra da Capivara, no estado do Piauí. **Converse com seus colegas de História, Geografia e Arte** sobre a possibilidade de realizar algum tipo de atividade conjunta. (MB2, p. 307, grifo nosso).

Alguns estudantes podem argumentar que não são bons desenhistas, mas lembre-os de que o valor da ilustração está em sua capacidade de expressão, e não necessariamente no refinamento técnico. **Converse com seus colegas das disciplinas de Arte e Língua Portuguesa** sobre a possibilidade de desenvolver algum tipo de atividade interdisciplinar. (MB2, p. 307, grifo nosso).

Nesses exemplos os manuais do professor fazem referências à possibilidade de incluir algumas disciplinas além da biologia ao orientar o trabalho com o uso de representações gráficas, evidenciando que diferentes áreas do conhecimento também podem utilizar esse tipo de representação e contribuir para o

processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, as disciplinas são citadas apenas pontualmente, e compartilham a visão de que fica somente na responsabilidade do professor(a) de biologia conversar com os educadores de outras disciplinas. Seria primordial que os manuais apresentassem sugestões e estratégias de maneira mais informativa, a fim de assessorar os docentes na elaboração e execução de aulas e projetos interdisciplinares.

Orientações ao professor

A categoria *Orientações ao professor* possui três indicadores: *Avaliar, Orientar e solicitar aos alunos e Utilizar tipos de representação*. Primeiramente, apresentamos os seguintes trechos relacionados ao indicador *Avaliar*:

O texto, a foto e as questões de abertura do capítulo podem ser usados **para avaliar** o conhecimento prévio do aluno. (MA2, p. 337, grifo nosso).

As questões 1, 11 e 13 de Atividades trabalham gráficos. Mesmo sendo gráficos simples, o professor **deve observar** se os alunos já dominam essa habilidade. (MA3, p. 318, grifo nosso).

Esse indicador foi destacado nesses dois exemplos, em que notamos a presença de orientações aos docentes sobre a avaliação dos alunos a partir das representações gráficas. No entanto, McGrath e Brown (2005) apontam a necessidade de estudos sobre como avaliar a aprendizagem, pois corresponde a uma tarefa difícil e torna-se ainda mais complexa quando se trata especificamente do visual, porque a maioria das avaliações são orais e escritas e não reflete os aspectos desse tipo de aprendizagem.

Nessa perspectiva Ozcelik e McDonald (2013) identificaram que educadores podem suscitar avaliações focando na aprendizagem visual em sala de aula. Em um dos casos analisados pelos pesquisadores, a professora, ao trabalhar o assunto circulação sanguínea, propôs a elaboração de desenhos pelos alunos. Em seguida, ela visitou cada grupo de estudantes fazendo questionamentos e discutindo com eles a respeito dos seus desenhos, com o objetivo de reunir dados formativos sobre a aprendizagem dos conteúdos discutidos. Seria relevante, então, que os manuais do professor contemplassem explicações e sugestões de forma mais detalhada de como avaliar, sendo fundamental destacar a importância de considerar o uso das representações gráficas no processo de ensino-aprendizagem a partir de uma visão formativa, uma vez que tais representações não devem ser vistas somente como um complemento para “mostrar” aos educandos conceitos e/ou fenômenos biológicos.

Nos trechos a seguir, podemos verificar alguns exemplos relacionados ao indicador *Orientar e solicitar aos alunos*:

Quando motivados, os estudantes geralmente são muito criativos; **oriente-os na escolha** de materiais originais e adequados para construir o modelo. (MB1, p. 280, grifo nosso).

[...] poderia ser realizada uma atividade prática de identificação de tecidos, com **a solicitação aos estudantes** de desenhos esquemáticos dos elementos observados. (MA1, p. 245, grifo nosso).

Esse indicador foi frequente em todas as coleções analisadas, colocando o professor como um participante fundamental no ensino com representações gráficas. A partir desses trechos, é evidenciado o papel do docente ao trabalhar em sala de aula, seja orientando ou solicitando a produção de representações pelos alunos. De acordo com Silva (2015) a elaboração de relatórios pelos estudantes com a presença de representações gráficas pode proporcionar a construção de explicações e argumentos para sustentar suas proposições. Na produção de desenhos, por exemplo, os alunos podem expressar tudo o que faz sentido

para eles, deste modo “aspectos da imaginação, impressões, sentimentos e pensamentos são colocados no papel como forma de comunicação, de se fazer entender.” (MORAES; CARVALHO, 2017, p. 957).

Nos exemplos abaixo apresentamos alguns recortes referentes ao indicador *Utilizar tipos de representações* para destacar os tipos sugeridos pelos manuais do professor para serem trabalhados em sala de aula:

Assim, o professor pode iniciar o trabalho explorando **a imagem [foto]** de abertura do capítulo, que apresenta uma adaptação do flamingo [...]. (MA1, p. 322 grifo nosso).

Se alguns não acertarem resposta, é possível fazer um **esquema** simplificado de um par de cromossomos homólogos, indicar os dois loci onde os alelos devem ficar e pedir aos alunos que indiquem as várias combinações possíveis dos quatro alelos. (MA3, p. 320 grifo nosso).

Nos trechos que abordam as sugestões de uso das representações gráficas pelos docentes há orientações direcionadas a apenas alguns tipos, como fotos e esquemas, apesar dos exemplos expressos nas categorias já discutidas anteriormente citarem variadas tipologias de representações gráficas. Nesse sentido, deve ser valorizado o uso não apenas desses dois tipos de representação, mas também outras que fazem parte do livro do aluno ao expor desenhos, gráficos, tabelas, mapas, fórmulas, etc.

A inclusão de orientações citando diferentes tipos figuras seria relevante, pois de acordo com Tsui e Treagust (2013) cada tipo de representação gráfica é projetada para que a informação seja apresentada de forma mais apropriada para facilitar a compreensão dos alunos. Por exemplo, os gráficos podem permitir a percepção de padrões e as equações indicam relações de variáveis.

A partir das nossas discussões, nota-se por meio da análise dos manuais do professor, que o processo de ensino-aprendizagem envolvendo as representações gráficas abrange diversos aspectos. Portanto, apenas promover atividades pontuais não é o suficiente para formarmos alunos capazes de aprender biologia de forma visual e “ler o mundo” em que vivem por meio das representações gráficas. Sendo assim, é importante a proposição de atividades no decorrer das aulas já que o trabalho com representações gráficas é processual. Nessa perspectiva, Coutinho et al. (2010) evidenciam que os educadores podem desenvolver algumas estratégias pedagógicas como elaborar mecanismos de leitura das imagens presentes nos livros didáticos em conjunto com os alunos para diferenciar os elementos apenas ilustrativos daquelas informações essenciais dos conteúdos da representação gráfica exibida.

De modo geral, o manual do professor não deve ser adotado como roteiro para apenas ser executado, mas sim como suporte necessário para subsidiar consistentemente a atuação do professor em sala de aula (AMARAL, 2006). Dessa forma, enfatizamos a importância do manual apresentar informações mais detalhadas para possibilitar ao docente refletir sobre as suas práticas e propiciar a implementação de estratégias diversificadas.

Considerações Finais

No contexto do ensino, às representações gráficas são caracterizadas por auxiliarem na compreensão de fenômenos que, muitas vezes, são de difícil entendimento ou que não são visualizados diretamente na natureza. A partir da investigação de manuais do professor em livros didáticos de biologia, identificamos informações relacionadas à linguagem, finalidades, aprendizagem, habilidades, relação entre disciplinas e orientações de uso pelo docente em sala de aula.

Apesar do livro do aluno utilizar uma ampla variedade de tipos de representações gráficas, notamos que nos manuais do professor são privilegiadas orientações relacionadas principalmente a apenas alguns tipos, como os desenhos, gráficos, fotos, e tabelas, além de não trazerem sugestões mais detalhadas de aplicação em sala de aula. A partir disso, ressaltamos a necessidade de mais atenção às orientações quanto às múltiplas possibilidades de usos das representações gráficas.

Um aspecto importante revelado nesta investigação refere-se às diferentes habilidades da aprendizagem visual ressaltadas pelos manuais do professor. Diante do exposto, salientamos a importância do papel do docente na forma como as representações gráficas são trabalhadas em sala de aula, uma vez que a leitura e interpretação de uma imagem não é realizada de forma instantânea, principalmente aquelas específicas de áreas científicas como no caso das árvores filogenéticas, que não são comumente utilizadas em situações vivenciadas no cotidiano do educando. Nesse contexto, o ensino com representações gráficas deve promover atividades que contribuam para o desenvolvimento da aprendizagem visual dos conteúdos de biologia por meio de habilidades como leitura, identificação, interpretação e produção.

Assim, enfatizamos a necessidade de uma formação docente adequada para que o profissional seja capaz de reconhecer e distinguir as características dos variados tipos de figuras presentes nos livros didáticos. Para o desenvolvimento de práticas pedagógicas, sugere-se que além da leitura do livro do aluno a fim de avaliar os aspectos gráficos e conceituais das representações apresentadas, há a necessidade de enfoque nos manuais do professor como uma das possibilidades de ajudar o docente a compreender sobre os aspectos intrínsecos das representações gráficas presentes nos livros didáticos. Dessa forma, reiteramos que não é somente a quantidade e qualidade de imagens em livros didáticos que garantirão o processo de ensino-aprendizagem. É necessário que os educadores tenham conhecimentos sobre esse tipo de representação e leitura fluente para promover uma atuação autônoma e crítica na utilização das representações gráficas.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado e Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo fomento do projeto de pesquisa.

Referências

- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & education**, v. 33, n. 2, p. 131-152, 1999. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)>. Acesso em: 2 out. 2020.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**: livro do professor. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
- ANDRADE, Y. L. A. **Ressignificando a prática leitora na escola**. 2018. Dissertação (Mestrado em Letras) - Instituto de Educação, Letras, Artes, Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.
- AMARAL, I. A. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. **O livro didático de Ciências no Brasil**. 1. ed. Campinas: FE/Unicamp & Editora Komedi, 2006. pp. 83-123.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2007. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/481>>. Acesso em 07 de out. 2020.

- BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172015170208>>. Acesso em: 2 out. 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Augusto Luís Antero Reto. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BIZZO, N. **O Ensino de ciências e os erros conceituais: reconhecer e evitar**. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.
- BOWEN, G. M.; ROTH, W. Why students may not learn to interpret scientific inscriptions. **Research in Science Education**, v. 32, n. 3, p. 303-327, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1020833231966>>. Acesso em 2 out. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da educação, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Biologia**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- COSCARELLI, C. V. Entendendo a leitura. **Revista de Estudos da Linguagem**, v. 10, n. 1, p. 7-27, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17851/2237-2083.10.1.7-27>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- COUTINHO, F. A. et al. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4085>>. Acesso em: 02 out. 2020.
- DIB, S. M. F.; MENDES, J. R. S.; CARNEIRO, M. H. S. Texto e imagens no ensino de ciências. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 4., 2003, Bauru. **Atas do IV ENPEC**. Bauru, SP, 2003. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL166.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.
- DUVAL, R. Comment analyser le fonctionnement représentationnel des tableaux et leur diversité? **Spirale - Revue de recherches en éducation**, n. 32, p. 7-31, 2003. Disponível em: <https://www.persee.fr/doc/spira_0994-3722_2003_num_32_1_1377>. Acesso em: 07 out. 2020.
- ENGELHARDT, Y. **The Language of Graphics: a framework for the analysis of syntax and meaning in maps, charts and diagrams**. Amsterdam: ILLC- Publications, 2002.
- FLORES, C.; MORETTI, M. O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: Ponto de análise para aprendizagem Matemática. In: Reunião anual da ANPED, GT19: Educação Matemática, 28., 2005, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED. p. 1-13. Disponível em: <http://www.ufrjr.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_28/funcionamento.pdf>. Acesso: em 02 out. 2020.
- FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. P. Tecnologias educacionais, imagens e o ensino de ciências: possibilidades, desafios e discussões. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 1, n. 02, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.31417/educitec.v1i02.59>>. Acesso em: 02. out. 2020.
- HALVERSON, K. L.; Improving tree-thinking one learnable skill at a time. **Evolution: Education and Outreach**, n.4, p. 95-106, 2011. Disponível em: <[DOI 10.1007/s12052-010-0307-0](https://doi.org/10.1007/s12052-010-0307-0)>. Acesso em: 07 out. 2020.
- HALVERSON, K. L.; FRIEDRICHSEN, P. Learning tree thinking: Developing a new framework of representational competence. In: TREAGUST, D. F, TSUI, C. **Multiple representations in biological education**. 7. ed. Netherlands: Springer, 2013. p. 185-2013.
- LARKIN, J. H.; SIMON, H. A. Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. **Cognitive Science**, v. 11, n .1, p. 65-100, 1987. Disponível em:
- LERNER, D. A autonomia do leitor: uma análise didática. In: **30 Olhares para o futuro**. São Paulo: Escola da vida, 2010, p. 127-142.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: livro do professor. 3. ed. São Paulo: Editora Ática, 2016.

LÓPEZ-MANJÓN, A.; POSTIGO, Y. Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 32, n. 3, p. 551-270, 2014.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MCCULLOCH, G. **Documentary research**: In education, history and the social sciences. Routledge, 2004.

MCGRATH, M. B.; BROWN, J. R. Visual learning for science and engineering. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 25, n. 5, p. 56-63, 2005. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1510540>> Acesso em: 2 out. 2020.

MCLOUGHLIN, C.; KRAKOWSKI, K. Technological tools for visual thinking: What does the research tell us. In: **Proceedings of Apple University Consortium**. 2001. p. 13.1- 13.12. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Colin_Warren/publication/237728744_QuickTime_multi-track_theatrics/links/0a85e52f2a9ac3e4ee000000.pdf#page=127> Acesso em: 2 out. 2020.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**: livro do professor. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017.

ORDONEZ, V.; KULKARNI, G.; BERG, T. L. Im2text: Describing images using 1 million captioned photographs. In: Neural Information Processing Systems Conference, 24, 2011, Granada. **Advances in Neural Information Processing Systems**. Granada, Spain, 2011. Disponível em: < <http://papers.nips.cc/paper/4470-im2text-describing-images-using-1-million-captioned-photographs.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2020.

OZCELIK, A. T.; MCDONALD, S. P. Preservice science teachers' uses of inscriptions in science teaching. **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 7, p. 1103-1132, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9352-1>>. Acesso em: 2 out. 2020.

PADOVANI, S. Representações gráficas de síntese: artefatos cognitivos no ensino de aspectos teóricos em design de interface. **Educação Gráfica**, v. 16, n. 2, p. 123-142, 2012. Disponível em: < <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/representacoes-graficas-de-sintese-artefatos-cognitivos-no-ensino-de-aspectos-teoricos-em-design-de-interface>>. Acesso em: 2 out. 2020.

PERIN, C. D. B.; MALAVASI, S. A interdisciplinaridade no atual contexto educacional. **Imagens da Educação**, v. 10, n. 2, p. 139-151, 2020. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/51240>>. Acesso em: 2 out. 2020.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

RODRIGUES, M. E.; JUSTINA, L. A.; MEGLHIORATTI, F. A. O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 65-84, 2011. Disponível em: < <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10301>>. Acesso em: 2 out. 2020.

ROTH, W.; MCGINN, M. K. Graphing: Cognitive ability or practice? **Science Education**, v. 81, n. 1, p. 91-106, 1997. Disponível em: < [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199701\)81:1<91::AID-SCE5>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199701)81:1<91::AID-SCE5>3.0.CO;2-X)>. Acesso em: 2 out. 2020.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de Biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética -I. **Ciência & Educação**, Campinas, v. 1, n. 2, 2007.

SILVA; J. C.; SILVA, F. A. Uma análise dos itens que envolvem gráficos ou tabelas nas provas de matemática e suas tecnologias do exame nacional do ensino médio (ENEM) de 2019 a 2014. In: **Educação Matemática na**

Contemporaneidade: desafios e possibilidades São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/5458_3588_ID.pdf>. Acesso em: 5 out. de 2020.

SILVA, M. A. R.; LETA, J. Como DNA e proteínas são tratados nos livros didáticos do ensino médio? **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 38, n. 227, p. 64-67, 2006.

SILVA, M. B. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia**. 2015. 253 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TOMIO, D. et al. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Revista Caderno Pedagógico**, v. 10, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/869/858>>. Acesso em: 2 out. 2020.

TSUI, C.; TREAGUST, D. F. Introduction to Multiple Representations: Their Importance in Biology and Biological Education. In: TSUI, C; TREAGUST, D. F. **Multiple representations in biological education**. 7. ed. Netherlands: Springer, 2013. p. 3-18.