



Imagens Fotográficas em Livros Didáticos de Química: Um Estudo a Partir da Gramática do Design Visual

Flávia Chini Alves ^{ORCID} • Miyuki Yamashita ^{ORCID} • Wilmo Ernesto Francisco Junior ^{ORCID}

Resumo

Considerando-se a presença de fotografias em diferentes contextos, incluindo os educativos, este trabalho teve por intuito caracterizar as imagens fotográficas presentes nos livros didáticos de química aprovados no PNLD 2018, especificamente para o tópico de cinética química. Como suporte teórico-metodológico foi adotado a gramática do design visual, sendo analisados os significados representacionais (narrativos e conceituais, bem como seus atores) e os significados composicionais (que tratam basicamente da disposição visual da imagem e suas relações com o texto). Os resultados indicaram considerável presença das fotografias nos livros, as quais retrataram diferentes aspectos da química, com predomínio para uso/aplicação de materiais e produtos, fenômenos da natureza e experimentos. Todavia, a relação entre o texto verbal e as fotografias apresentaram baixa conectividade e predomínio de um caráter indireto, alinhando-se a um papel ilustrativo para o conhecimento químico, que se apresenta de modo implícito. Do ponto de vista pedagógico, há possibilidades de leituras diversas com a necessidade de problematização desses aspectos implícitos para a aproximação com as diferentes representações do conhecimento em química. A gramática do design visual tem potencial para permitir essas leituras.

Palavras-chave: Fotografia, Semiótica Social, Cinética Química

Photographic Images in Chemistry Textbooks: A Study Based on the Grammar of Visual Design

Abstract

Considering the presence of photographs in different contexts, including educational ones, this work aimed to analyze the photographic images in chemistry textbooks approved in the PNLD 2018, specifically for chemical kinetics. The grammar of visual design was employed as a theoretical background to assess the meanings of the representations (narrative or conceptual, as well as its actors) and the composition (visual arrangement in the image and the relatedness to verbal text). The results indicated the evident presence of photographs in the textbooks, which portrayed different aspects of chemistry, with predominance for the use/application of materials and products, phenomena of nature, and experiments. However, the relationship between the verbal text and the photographs shows low connectivity and a predominance of indirect characteristics. In this way, photographs have displayed an illustrative role for chemical knowledge, being presented implicitly. From a pedagogical perspective, the photographs bring out different possibilities for interpretations and discussion. At the same time, they require a systematic reading process to explore these implicit aspects of the chemical representations. The grammar of visual design has demonstrated the potential to support such readings.

Keywords: Photograph, Social Semiotics, Chemical Kinetics

Imágenes Fotográficas en los Libros de Texto de Química: Un Estudio Basado en la Gramática del Diseño Visual

Resumen

Teniendo en cuenta que fotografías són recursos presentes en diferentes contextos, incluidos los educativos, este trabajo tuvo por intuito caracterizar imágenes fotográficas presentes nos livros didáticos de química aprobados no PNL D 2018, específicamente para cinética química. Como principio teórico-metodológico se adoptó la gramática del diseño visual, analizando los significados representativos (narrativo y conceptual, así como sus actores) y los significados compositivos (disposición visual de la imagen y su relaciones con el texto). Los resultados indicaron una presencia considerable de fotografías en los libros, retratando diferentes aspectos de la química, con predominio para el uso/aplicación de materiales y productos, fenómenos de la naturaleza y experimentos. Sin embargo, la relación entre el texto verbal y las fotografías mostró baja conectividad y predominio de un carácter indirecto, alineándose con una función ilustrativa del conocimiento químico, que se presenta de manera implícita. Desde una mirada pedagógica, las fotografías permitem diferentes posibilidades de interpretación y discusión. Al mismo tiempo, requieren un proceso de lectura sistemático para explorar estos aspectos implícitos de las representaciones químicas. La gramática del diseño visual demostró potencial para apoyar tales lecturas.

Palabras clave: Fotografía, Semiótica Social, Cinética Química

Introdução

A vida contemporânea é marcada por situações de comunicação em que vários tipos de linguagens interagem na construção de sentidos e de significados. Desde a criação e disseminação de técnicas de produção imagética, tais como a fotografia e o vídeo, em plena efervescência com os meios digitais, o ser humano está permeado de imagens. Tais imagens passaram a ser constitutivas dos diferentes espaços sociais, incluindo os educativos. No cenário escolar, os livros didáticos ocupam papel central e são organizados a partir de uma diversidade de linguagens: verbal (texto escrito), matemática (equações, notações) e imagética (gráficos, tabelas, fotografias, mapas diagramas etc). Somado a essa presença em diferentes suportes, as imagens, exercem forte influência na formação intelectual dos alunos e na prática dos professores (Pralon, 2012). Por outro lado, Souza et al. (2010), em um estudo de revisão de publicações em periódicos brasileiros, apontam que a preocupação com a leitura de imagens no campo educacional ou da comunicação e seu potencial para o aprendizado tem emergido recentemente. Ao mesmo tempo, estudos que investigaram a presença de imagens em livros didáticos têm apontado para sua forte presença e crescimento.

Pralon e Gouvêa (2009), analisando uma coleção de livros de ciências indicam que cerca de 40% da superfície impressa é ocupada por imagens. Tais dados são corroborados por pesquisas internacionais, como a de Mayer et al. (1993) que relataram proporção ainda maior. Esses autores encontraram que aproximadamente metade das páginas são ocupadas por ilustrações. Em análise de livros didáticos de diferentes momentos históricos nos EUA (de 1943 a 2005), Lee (2010) indica tanto o aumento do número de

imagens quanto da proporção das imagens fotográficas. O autor alega que as fotografias passaram a ter um status de algo mais concreto para dar suporte a ideias e princípios científicos. Roth et al. (1999), por exemplo, demonstraram a presença de 17 fotografias a cada 20 páginas em livros de biologia canadenses. Entretanto, embora as fotografias sejam cada vez mais recorrentes nos livros didáticos, apenas sua presença pode não ter sentido pedagógico, já que não são autoexplicativas (Stylianidou, 2002; Pozzer & Roth, 2003). Desse modo, avançar no estudo das imagens, particularmente das imagens fotográficas, e sua inter-relação didática com a ciência química se faz pertinente, dado seu valor histórico, documental, bem como o ‘traço do real’ que exhibe, o que parece incentivar sua inserção em livros didáticos. Trata-se de desenvolver não apenas a observação dos aspectos e elementos visuais que constituem a fotografia, mas compreender que esta não só apresenta, mas representa e, portanto, carece de interpretação como outros tipos de representações.

Diante de tais considerações, a pesquisa em questão teve como objetivo caracterizar as imagens fotográficas presentes nos livros didáticos de química aprovados no PNLD 2018, especificamente para o tópico de cinética química. Tal tema foi escolhido pela sua importância para a formação básica em química, pois aborda tema fundamental nessa ciência — as reações químicas. A investigação foi balizada pelo seguinte questionamento: Quais inter-relações pedagógicas podem ser apreendidas de fotografias presentes em livros didáticos para o ensino de química? Para tanto, foi empregado como suporte teórico a gramática do design visual (GDV), descrita na próxima seção.

No campo da educação em ciências esse quadro teórico tem sido útil para estudos sobre as múltiplas representações com o intuito de inferir ou estabelecer conexões entre os diversos constituintes de uma imagem, bem como suas relações sociais. Tang, Won & Treagust (2019), por exemplo, se basearam nessa perspectiva para análise de desenhos de estudantes, explorando diferentes níveis de representação e conectividades a partir dos desenhos. A pintura “O alquimista em busca da pedra filosofal descobre o fósforo” de Joseph Wright foi analisada em termos da GDV, sendo tecidas inter-relações arte-ciência pautadas na história da química (Francisco Junior, 2020). Stylianidou (2002) analisou uma fotografia sobre o tema energia, concluindo sobre o foco conceitual favorecido. A complexidade das representações sociais de memes sobre Covid-19 em inter-relação com aspectos conceituais da ciência também foram apontadas com base na gramática do design visual (Costa & Albuquerque, 2021; Francisco Junior et al., 2023). Todavia, até mesmo pela não tradução em língua portuguesa, a GDV não é uma perspectiva amplamente difundida no campo da educação em ciências no Brasil, seja para análise em livros didáticos ou processos de ensino que fazem uso de imagens.

Aspectos da Gramática do Design Visual

A gramática do design visual (Kress & van Leeuwen, 2006) é uma construção teórica sobre a leitura de imagens de modo orientado, podendo ser útil para os processos de produção, análise e uso pedagógico de variados tipos de composições visuais.

Assim como as gramáticas da língua descrevem como as palavras se combinam em orações, sentenças e textos, nossa gramática visual descreverá a maneira como os elementos representados — pessoas, lugares e coisas — se combinam em “enunciados” visuais de maior ou menor complexidade e extensão. (Kress & van Leeuwen, 2006, p. 1, tradução livre)

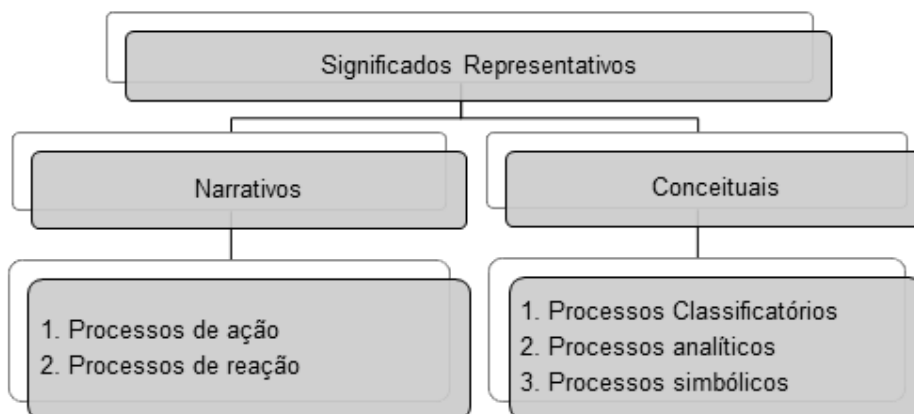
Uma das assunções principais da GDV é que o texto não verbal é composto de uma mensagem organizada e estruturada, “conectada ao texto verbal, mas de forma alguma dependente dele” (Kress & van Leeuwen, 2006, p. 18, tradução livre). De tal modo, trata-se de uma gramática culturalmente específica, assentada na perspectiva da semiótica social. Os modos semióticos visuais, ou os signos visuais, assim como os verbais, são construtos sociais e históricos que servem a propósitos comunicativos e representacionais. O processo de representação refere-se à produção do signo e está vinculado à história cultural, social e psicológica do produtor, estando a representação circunscrita ao contexto de produção. Por sua vez, na comunicação o signo é, ao mesmo tempo, articulado ou produzido e interpretado ou usado. O interpretante precisa ser capaz de apreender a mensagem.

Estruturalmente, a GDV divide-se em três aspectos básicos de significação, a saber: os significados representativo (ou representacional), interativo (ou interacional) e composicional. Neste trabalho, serão enfocados particularmente a dimensão representacional e composicional, por permitirem associações mais diretas com aspectos do conhecimento químico, ao passo que o caráter interativo diz mais respeito a interação do leitor com a imagem, que não é a ênfase da pesquisa.

O significado representacional pode compreender processos narrativos ou conceituais (Figura 1) e considera a relação entre os elementos/participantes representados na própria imagem, em especial no que diz respeito às ações e estados representados pelos componentes da imagem. No caso das representações narrativas estas revelam ações ou eventos sucessivos que constituem uma ideia de algo em andamento.

Figura 1

Síntese dos significados representacionais da gramática do design visual



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Kress e van Leeuwen (2006).

Para as fotografias, dois tipos de processos narrativos são importantes: de ação e de reação. A narração de uma ação é caracterizada por vetores (setas ou outras indicações que revelam a noção temporal do acontecimento) e participantes, em geral representados por objetos ou pessoas. O processo de ação centra-se naquilo que está sendo realizado, podendo incluir apenas um participante (o ator, aquele que exerce a ação), ou mais de um participante (um que exerce e outro/s sob o(s) qual/(is) a ação é realizada). No processo de reação o ator é um tipo de participante que reage a uma ação ocorrida no passado, conferindo uma noção de causa e efeito (Kress & van Leeuwen, 2006).

Imagens que não contém vetores caracterizam-se geralmente por ações de representações conceituais. Tais representações exibem seus participantes de modo genérico, estático, relativamente estável e atemporal em termos de classe, estrutura e/ou significado (Kress & van Leeuwen, 2006). O foco está na própria imagem como essência da informação e do significado, não havendo vetor que indique ação no tempo. Podem ser classificatórios (participantes representados em termos de categoria ou tema), analíticos (relações entre parte e o todo com a presença de um ou mais participantes) e simbólicos (representa o significado ou a identidade do participante principal).

Enquanto o significado representacional tem seu foco naquilo que os constituintes da imagem descrevem, a função composicional centra-se na composição dos constituintes e suas relações entre si por meio de três sistemas inter-relacionados: valor da informação, saliência e moldura (Figura 2). Dependem ainda da posição dos participantes dentro da imagem (Kress & van Leeuwen, 2006). O valor informacional refere-se à disposição dos constituintes na composição da imagem. Os lados esquerdo e direito representam respectivamente a informação conhecida e a informação nova. Há também uma distinção entre os componentes da parte superior (representam o que seria ideal) e da parte inferior da imagem (representam o que é real) (Kress & van Leeuwen, 2006).

Figura 2

Síntese dos significados composicionais da gramática do design visual



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Kress e van Leeuwen (2006).

A disposição dos componentes a partir da perspectiva de centro e margem é atinente ao destaque ou não de algumas informações. No centro, está o núcleo da informação e, nas margens, os elementos que são subservientes. Contudo, Kress e van Leeuwen (2006) ponderam que em virtude das simetrias, nem sempre se evidenciam o dado ou novo e o ideal ou real. A análise da perspectiva centro-margem é mediadora dessa relação. Isto é, é preciso averiguar como a posição das imagens, dispostas ao centro ou às margens de uma página, se relaciona com as demais informações, especialmente aquelas textuais no caso de livros didáticos.

Já a saliência está relacionada ao destaque dado a algum elemento em relação aos demais, dentro da mesma imagem, atraindo a atenção do leitor a partir de diferença de cores, tamanho, contraste, brilho ou nitidez. A última subcategoria, denominada moldura, refere-se ao enquadramento e como os elementos composicionais conectam-se ou não entre si. As molduras podem apresentar linhas, espaços preenchidos e demais demarcações que estabeleçam divisões e ligações evidentes entre os constituintes da imagem. A partir desse quadro teórico, as fotografias foram analisadas seguindo-se os princípios metodológicos apresentados a seguir.

Procedimentos Metodológicos

O presente estudo enquadra-se na modalidade de pesquisa qualitativa do tipo documental (Lüdke & André, 2017). Nesta investigação, os livros didáticos foram tomados como documentos, inseridos em um contexto sociocultural e pedagógico. O livro didático pode ser considerado um documento sociocultural tanto em razão das políticas públicas brasileiras de financiamento quanto pela realidade escolar em que se insere. Adicionalmente, é historicamente um suporte de mediação das práticas educacionais. Como texto multimodal, carrega diversidade de representações, entre elas as imagens fotográficas que foram enfocadas neste estudo, tendo em vista suas características e potencialidades para o contexto pedagógico. O corpus da pesquisa é constituído pelas imagens fotográficas presentes nos livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018. Conforme já relatado, foram selecionados os capítulos referentes ao estudo da cinética química nas seis coleções aprovadas pelo PNLD 2018 (Figura 3). A escolha pela temática se deu em função desta focar um dos temas centrais na química: as reações.

Figura 3*Livros analisados na pesquisa*

Código	Livro	Autor(es)	Editora	Edição/Ano
L1	Química 2	Andréa Horta Machado Eduardo Fleury Mortimer	Scipione	3ed./2016
L2	Química 2	Carlos Alberto Mattoso Ciscato Emiliano Chemello Luis Fernando Pereira Patrícia Barrientos Protti	Moderna	1ed./2016
L3	Ser protagonista – Química 2	Julio Cezar Foschini Lisboa [et al.]	SM	3ed./2016
L4	Química 2	Martha Reis	Ática	2ed./2016
L5	VIVÁ: Química: volume 2	Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes	Positivo	1ed./2016
L6	Química Cidadã: volume 2	Wildson Santos Gerson Mól	AJS	3ed./2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

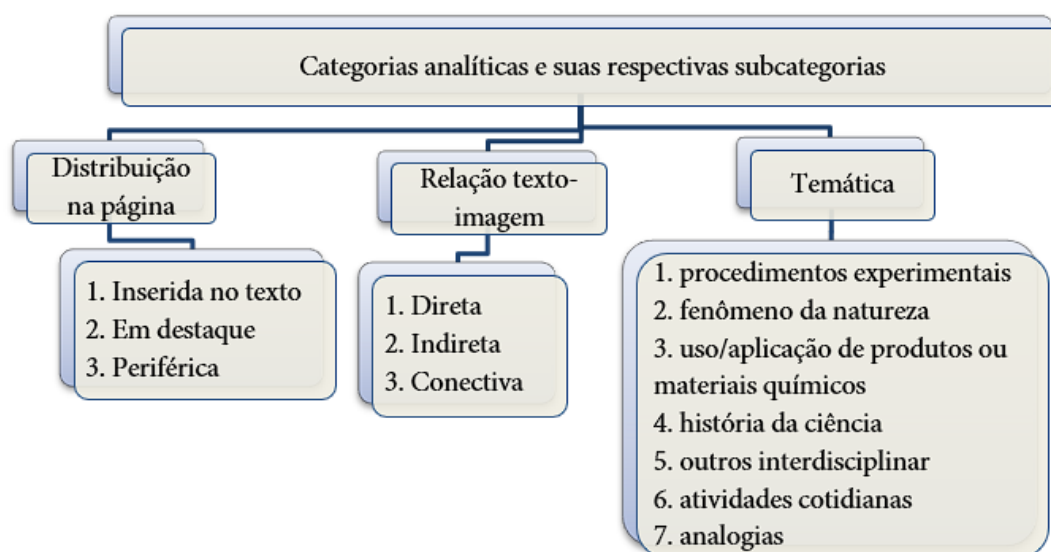
Para a constituição do corpus analítico foi realizada uma leitura exploratória, de modo a identificar as fotografias. Aquelas fotografias que ocupavam o mesmo espaço gráfico (por exemplo, dentro de molduras) ou que estivessem de alguma forma ligada entre si (por setas ou numeração) expressando ideia de sequência foram contabilizadas como uma única imagem. Após o levantamento inicial, procedeu-se à análise seguindo os pressupostos teóricos da gramática de design visual. Para tanto, as fotografias foram analisadas de modo conexo ao livro didático, já que a GDV pressupõe a combinação entre texto verbal e visual na constituição de sentidos. Assim, foi realizada a leitura também da composição textual do entorno das fotografias. Os significados composicionais (valor informacional, saliência e moldura) foram aplicados de modo a construir um conjunto de categorias que permitisse descrever o papel da fotografia na composição do texto multimodal que é o livro didático. Desse modo, o valor informacional e a moldura desdobraram-se nas categorias de distribuição da fotografia na página e relação texto-imagem. Já a saliência foi desdobrada na temática apresentada pela imagem. Dessas categorias ainda foram construídas subcategorias emergentes da análise dos dados, conforme Figura 4.

Da distribuição da fotografia na página emergiram as subcategorias: inserida no corpo do texto (ocupa posição central no corpo do texto verbal), periférica (ocupa posições ao entorno do texto verbal, geralmente às margens), em destaque (ocupa a maior parte da página em relação ao texto verbal). Para a relação texto-imagem as categorias emergentes foram: direta (o texto cita a fotografia, mas sua presença é ilustrativa), indireta

(o texto não faz referência à fotografia) e conectiva (há uma dependência entre texto e imagem). No caso da saliência foi desdobrada a temática apresentada pela imagem. Essa temática está associada diretamente ao conteúdo da informação presente na fotografia, fazendo emergir as subcategorias: fenômeno da natureza, uso/aplicação de produtos/materiais químicos, procedimentos experimentais, atividades cotidianas, história da ciência, analogias, outros temas interdisciplinares (Figura 4).

Figura 4

Categorias e subcategorias construídas para o significado composicional



Fonte: Elaborado pelos autores.

Paralelamente, as fotografias foram analisadas em relação ao significado representacional, identificando-se as características exibidas (processuais e/ou conceituais) e os seus participantes (entidades químicas). Os significados representacionais exibem uma relação com o conhecimento químico representado tanto pelos participantes e suas relações entre si quanto pelo tipo de ação que desenvolvem. Por exemplo, é possível representar a noção temporal de uma reação (sequência de imagens que retratam etapas sucessivas de um processo químico) ou de causa-efeito (alterações de um sistema causada por um agente qualquer) dentre outros. Tais categorias permitem inferir sobre a mensagem veiculada pela fotografia em termos químicos, sendo particularmente úteis para inferir os sentidos possíveis da imagem. Vale mencionar, no entanto, a advertência de Kress e van Leeuwen (2006) de que não é possível reduzir a complexidade imagética a um único significado. Embora as imagens possam ser categorizadas por seus processos mais evidentes, tomando como referência um dado contexto, cada fotografia pode conter processos subjacentes ou secundários que permitem interpretá-las de diferentes maneiras.

Todo o procedimento metodológico de construção das categorias e análise foi realizado por dois pesquisadores, ambos com experiência prévia acerca do referencial adotado. Anteriormente à análise, os pesquisadores realizaram a leitura exploratória das obras para a discussão das fotografias e dos critérios que culminaram na construção das categorias. Após, procedeu-se a categorização das fotografias de modo independente pelos pesquisadores, obtendo-se um grau de concordância de 78%. As imagens categorizadas de modo discrepante foram discutidas até consenso com auxílio de um terceiro pesquisador que também demonstrava experiência na leitura de imagens a partir do referencial utilizado. Os dados foram então apresentados com auxílio de estatística descritiva e de modo interpretativo, tendo em vista aspectos do ensino de química, pesquisas anteriores sobre fotografias e educação em ciências, bem como os pressupostos da gramática do design visual.

Resultados e Discussão

A apresentação dos resultados e sua discussão foram separadas em duas subseções. A primeira delas enfoca o significado composicional que abarca aspectos da disposição visual das fotografias nos livros e suas relações com o texto. Já a segunda subseção, significados representacionais, dialoga em termos das características do conhecimento químico que se fazem representadas por meio das fotografias.

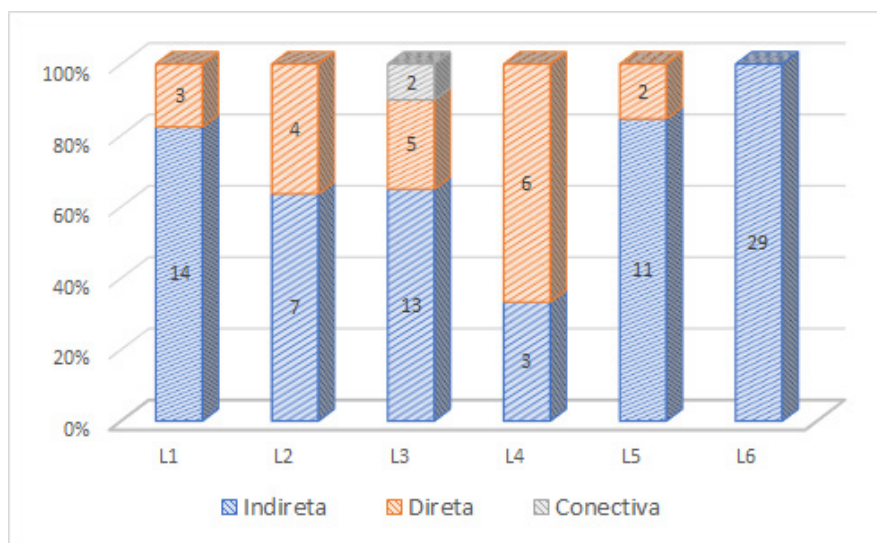
Significados Composicionais

O mapeamento inicial revelou a presença de 99 fotografias, sendo 17 (17,3%) procedentes do livro didático L1, 11 (10,2%) do L2, 20 (20,4%) do L3, 9 (9,2%) do L4, 13 (13,3%) do L5 e 29 (29,6%) do L6. Nota-se que há uma certa dispersão nos valores, especialmente pelo Livro 6 que representou quase 30% do total de fotografias. Todavia, a quantidade de fotografias é significativa, corroborando estudos que apontam a elevada incidência desse recurso visual em livros didáticos (Mayer et al., 1993; Lee, 2010).

Em relação à distribuição na página, as fotografias apareceram com maior frequência inseridas no corpo do texto (Figura 5), indicando que desempenham um papel discursivo relevante na composição do livro didático. De acordo com Coutinho et al. (2010, p. 7), esta disposição “reduz o esforço requerido na exploração visual, evitando o processo de ir e vir entre o texto verbal e a imagem correspondente”. Almeida (2013) sinaliza que a inserção ao corpo do texto pode tornar a leitura visualmente agradável, mas por outro lado, pode haver uma interrupção de ideias.

Figura 5

Forma de distribuição das fotografias nas páginas

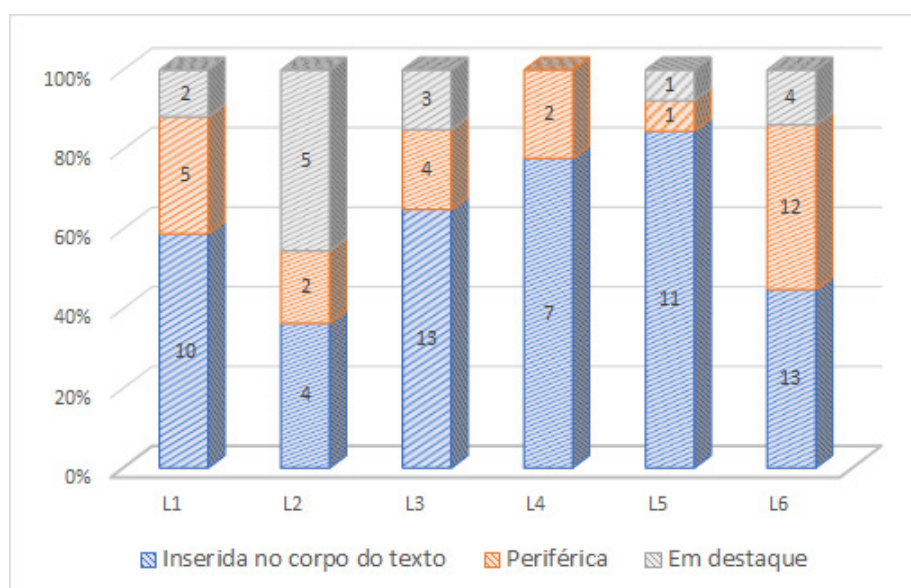


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

O aspecto mais proeminente, todavia, estaria relacionado não à inserção física da fotografia no livro, mas como se dá a sua conexão com o texto e seu conteúdo, ou seja, a relação texto-imagem. Nesses termos, notou-se que prevalece a relação do tipo indireta, em que o texto não faz referência a fotografia (Figura 6).

Figura 6

Tipo de relação texto-imagem das fotografias



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Upahi and Ramnarain (2019) reportam resultados similares, apontando que 77.6% das representações de fenômenos químicos não apresentaram conexões com o texto. Desse modo, espera-se que a relação entre o conteúdo e a fotografia seja realizada pelo leitor, o que também impinge ao professor (re)conhecer tal aspecto. As relações diretas indicam que a informação ou ideia está ilustrada pela figura. Ainda assim, adquirem apenas um caráter nominativo, direcionando o olhar do leitor para o recurso visual. Relações do tipo conectiva, que estabelecem uma interdependência entre texto e imagem foram verificadas em apenas duas (2%) das 99 fotografias (Figura 7).

Figura 7

Exemplo de fotografia com relação texto-imagem do tipo conectiva

<p>Uma mesma reação pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das condições em que ela acontece. Veja por exemplo, a reação de magnésio com água (imagem A). O magnésio (Mg) interage muito lentamente com água fria no tubo I. No tubo II, temos magnésio em água morna. A temperatura mais alta torna a reação mais rápida. Observe as bolhas se desprendendo no tubo II. Ambos os tubos contêm fenolftaleína, que adquire coloração rósea à medida que a reação ocorre e se forma hidróxido de magnésio. Por que se verifica a diferença de comportamento observada na fotografia? Que fatores alteram a rapidez das reações?</p>	 <p>Reação de magnésio com água na presença de fenolftaleína.</p>
---	--

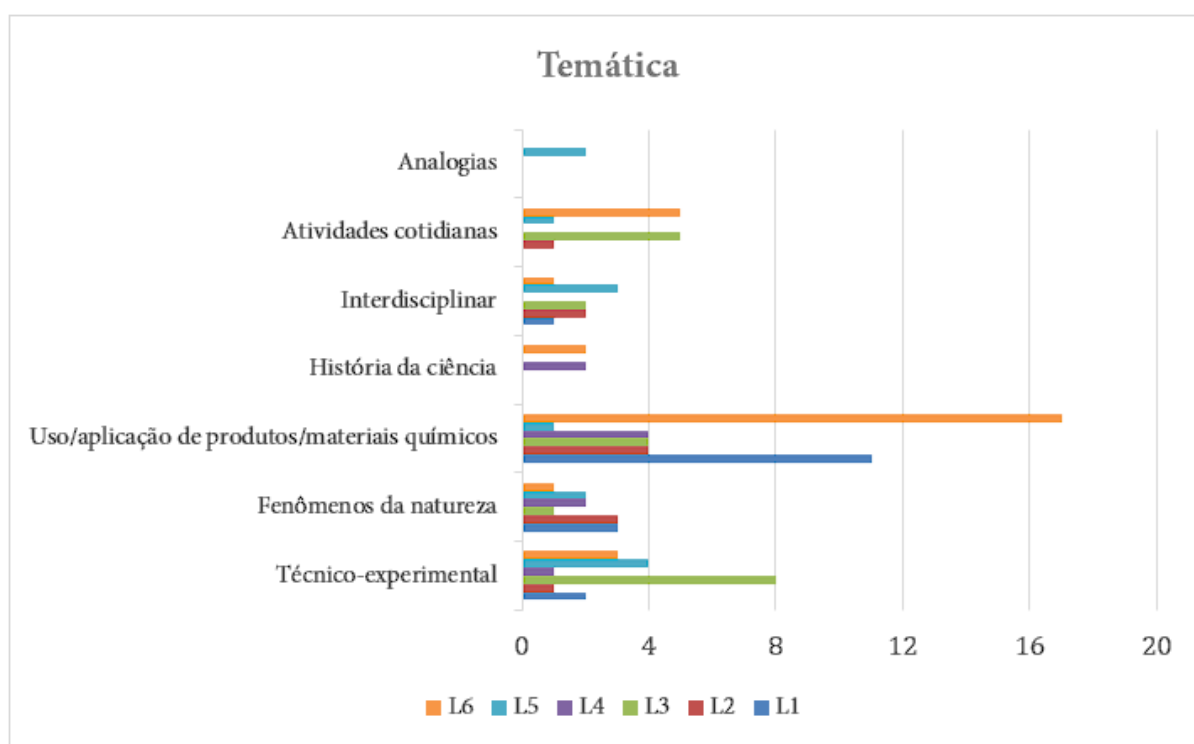
Fonte: Lisboa et al. (2016, p. 150).

No exemplo, o texto é dependente da fotografia e vice-versa. Ademais, os questionamentos problematizam o fenômeno visual da fotografia, deslocando a atenção para a continuidade do texto novamente. Tal relação conectiva adquire especial papel para as inter-relações didáticas possibilitadas pelas fotografias. Estudos demonstram que as imagens não são autoexplicativas e que a falta de explicitação verbal sobre as imagens em geral leva os estudantes a perderem alguma informação relevante, dificultando sua leitura (Stylianidou, 2002, Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005). Ao mesmo tempo em que esses recursos visuais apresentam potencialidade para o ensino, a ausência de conexões aduz ao professor tal responsabilidade. Postigo e López-Manjón (2017) reforçam a necessidade de as fotografias serem inseridas considerando-se critérios de ensino como mais relevantes, ao invés de aspectos estéticos e decorativos. Caso contrário, sua presença perderia sentido didático-pedagógico (Pozzer & Roth, 2003). Logo, as relações conectivas precisariam ser exploradas.

Em relação à temática, 41 fotografias representam o uso/aplicação de produtos/materiais químicos, 19 têm caráter técnico-experimental, 11 fenômenos da natureza, 12 atividades cotidianas, 9 conferem alguma abordagem interdisciplinar, 04 retratam aspectos da história da ciência e 02 analogias. As fotografias que enfatizam o uso e aplicação de produtos/materiais químicos foram identificadas em todos os exemplares investigados, sendo ainda mais expressivas para o livro L6, com 17 fotografias, seguida do livro L1 com 11 fotografias. A Figura 8 apresenta a distribuição por livro didático e categorias temáticas.

Figura 8

Distribuição das fotografias por temáticas



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Pode-se notar uma forte influência da ciência na sociedade com sua produção material, sendo a própria imagem fotográfica produto da atividade científica. Segundo Pietrocola (2010, p. 122), “parte da atividade científica, ou pelo menos uma decorrência dela, relaciona-se à representação de situações por meio de conceitos por ela produzidos”. Desses resultados infere-se que as fotografias adquirem um caráter de destaque para propriedades macroscópicas da matéria, seja com aplicações de produtos e materiais, experimentos ou fenômenos da natureza. Isso decorre provavelmente do grau de iconicidade, assim como da crença de que a possibilidade de visualização ou ilustração de aplicações auxiliaria a compreensão de princípios científicos (Lee, 2010). Todavia, não se deve perder de vista que as fotografias são também representações, produzidas e

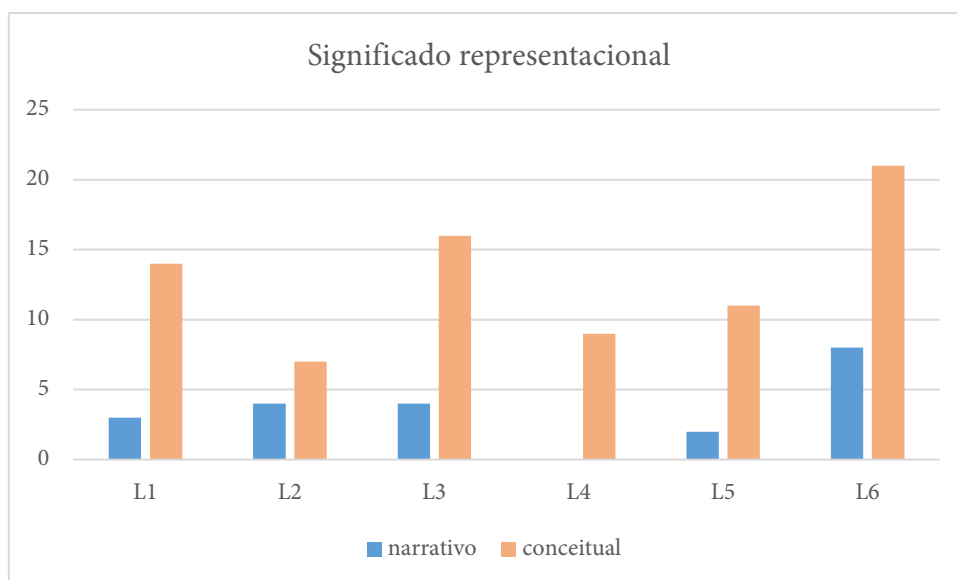
utilizadas no processo comunicativo em um contexto específico (Kress & van Leeuwen, 2006). Apesar de seu grau de iconicidade, assumir uma relação inequívoca entre a fotografia e o conhecimento científico, de caráter abstrato, seria ignorar o papel da linguagem como mediadora na formação do pensamento e vice-versa.

Significados Representacionais

Em termos dos significados representacionais, foi observado predomínio de processos conceituais em todas as obras (Figura 9), identificados em 78 das 99 fotografias (78,8%). Fotografias com caráter de representação narrativa perfizeram um total de 21 (21,2%).

Figura 9

Distribuição das fotografias nos livros em função do significado representacional



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Quanto aos tipos de processos conceituais, a natureza analítica foi predominante (64%), seguida da simbólica (31%) e classificatória (5%). Fotografias de natureza analítica enfocam o portador da mensagem e seus atributos, permitindo ao leitor a análise dos atributos possuídos (Kress & van Leeuwen, 2006). Como exemplo da categoria e subcategoria de maiores ocorrências, foi tomada a Figura 10, que representa o processo de formação do petróleo e das cores dos fogos de artifício, sendo, respectivamente o petróleo e as cores advindas da explosão os portadores da mensagem. Por sua vez, as propriedades representam suas partes (os atributos possuídos).

Figura 10

Exemplo de fotografias que retratam processo conceitual analítico



Fonte: Fonseca (2016, p. 150).

O intuito é explorar as diferenças nas taxas de desenvolvimento de reações, daí o enquadramento em um processo conceitual analítico. Os questionamentos “Quanto tempo o petróleo precisa para se formar?” e “Quanto tempo demora a explosão dos fogos de artifício?”, descritos nas legendas, são indicativos de que a mensagem é a taxa da reação. Valoriza-se o visual, representando as propriedades da matéria em nível macroscópico, estando implícitos os agentes dessas transformações que se referem a um nível atômico-molecular, imperceptíveis pelos sentidos e ocultos nas fotografias. Neste caso específico, vale a reflexão de que o tempo e os agentes responsáveis pelas ações não podem ser representados pelas fotografias. O petróleo, por exemplo, demora milhões de anos para ser formado, num processo que envolve degradação anaeróbia de matéria orgânica e condições de elevada pressão. Ademais, a fotografia exhibe uma propriedade química que é a viscosidade (dificuldade de escoamento de um líquido devido às forças de interações moleculares), demandando outra possibilidade de leitura que não aquela destacada pela legenda.

Associado a falta do caráter conectivo na relação texto-imagem, tais aspectos podem se desdobrar nas dificuldades de leitura de imagens relatadas em demais trabalhos (Stylianidou, 2002; Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005). Tais aspectos corroboram a complexidade das imagens, muito devido ao seu caráter ambíguo de, ao mesmo tempo, apresentar excesso e falta de significados (Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005). Excesso, uma vez que carrega representações conceituais diversas (só para citar a viscosidade e cores nos exemplos); falta em função das representações narrativas processuais implícitas que não são transparentes. Nota-se que a predominância de fotografias com caráter processual analítico estabelece relações com o conhecimento químico, enfatizando uma dimensão ilustrativa que, usualmente, coloca os conceitos de modo implícito. Todavia, atribuir a fotografia apenas a função ilustrativa seria reduzir este recurso.

A imagem, em especial a fotográfica, sempre se viu tradicionalmente relegada à condição de ‘ilustração’ dos textos e ‘apêndice’ da história. No entanto, a documentação iconográfica é uma das fontes mais preciosas para o conhecimento do passado; trata-se, porém, de um conhecimento de aparência: as imagens guardam em apenas indícios, a face externa de histórias que não se mostram, e que pretendemos desvendar. (Kossoy, 2007, p. 31)

Assim, a imagem fotográfica apresenta e exige possibilidades de leitura, o que vai ao encontro da defesa que também fazem Kress e van Leeuwen (2006) sobre a necessária aprendizagem da leitura de imagens. Emerge a função do professor na mediação dos textos multimodais, os quais não são transparentes e apresentam características que requerem complementações para viabilizar a construção de sentidos por parte do estudante (Stylianidou, 2002; Gibin & Ferreira, 2009).

A função ilustrativa também foi identificada em fotografias de natureza conceitual simbólica, tal qual a representada pela Figura 11, que consiste em uma estrutura analógica. A dimensão conceitual simbólica se faz justamente por meio da comparação entre a menor energia de um caminho por um túnel em relação à montanha, com a menor energia pelo caminho reacional catalisado. Pode ser verificado na legenda da fotografia a analogia que estabelece simbolicamente uma relação entre a ação de um catalizador e o túnel (participante representado) na imagem fotográfica. A relação indireta com o texto torna a fotografia um dispositivo ilustrativo. Além disso, ainda que os túneis representem uma diminuição de energia potencial para transpor montanhas e demais elevações, o tipo de energia (potencial gravitacional) envolvido é diferente. Ademais, o fenômeno químico é essencialmente atômico-molecular (com formação e rompimento de ligações), não apresentando similaridade com o modo físico de atravessar um túnel ou contornar uma montanha.

Figura 11

Exemplo de fotografia para processo conceitual simbólico



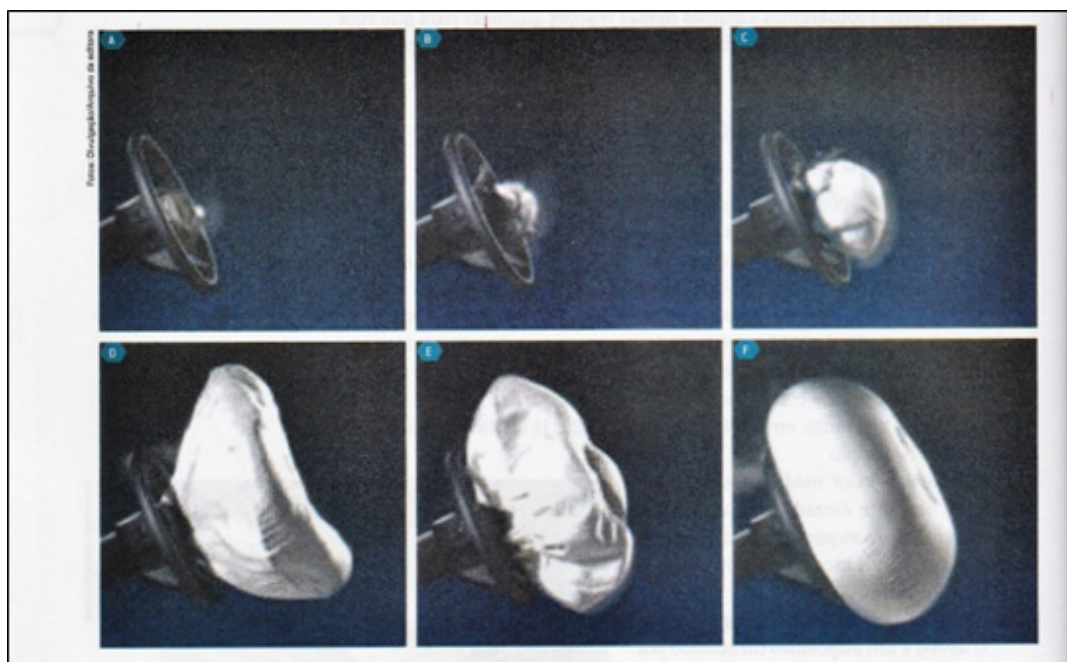
Fonte: Novais & Antunes (2016, p. 145).

Uma das limitações já apresentadas por Duit (1991) são comparações entre fenômenos distintos, a partir das quais pode ocorrer a atribuição por parte dos leitores de características não compartilhadas entre os conceitos. Conquanto carregue um processo conceitual, é preciso problematizar a representação, que poderia ser mais adequadamente exibida por meio de um gráfico de energia. Monteiro e Justi (2000), por exemplo, analisaram a presença de ilustrações para analogias quanto a sua necessidade ou não. As autoras consideraram as ilustrações desnecessárias nos casos em que: (i) não eram empregadas para a discussão de ideias a elas relacionadas; (ii) não representavam a situação análoga; (iii) não acrescentavam informação ao texto. Vale ressaltar, no entanto, que a categorização de Monteiro e Justi (2000) refere-se ao emprego dado pelos autores dos livros às ilustrações. Do ponto de vista semiótico social, é preciso considerar ainda o contexto de produção e de uso.

Dentre as imagens fotográficas que indicaram significados narrativos, 19 representam processos de ação e três processos de reação. A Figura 12 ilustra a categoria processual, podendo ser interpretada simultaneamente nas subcategorias narrativo de ação e de reação. Conforme já discutido, embora as imagens possam ser classificadas pelos seus processos mais evidentes, é importante relembrar a complexidade imagética e a possibilidade de haver mais de um único significado de representação. A sequência de fotografias demonstra o processo em que um dispositivo de airbag é acionado e totalmente inflado. Há a presença de um participante central, o ator — airbag (que exerce a ação). O vetor é formado pelas marcas sequenciais do acontecimento (indicada pelas letras A, B, C, D, E e F), sendo o airbag o objeto “em ação” (o ator) ao inflar. A sequência de imagens fotográficas demonstra enquadramentos estáticos de um processo.

Figura 12

Exemplo de fotografia para processo narrativo



Fonte: Mortimer & Machado (2016, p. 124).

O acionamento do airbag é uma reação deste ator a um fenômeno ocorrido no passado da imagem (ainda que em frações de segundo), provocado por uma colisão que libera o catalisador e dispara uma reação química. O processo pelo qual um airbag é acionado e inflado se dá mediante uma reação química que ocorre em frações de segundo. Para Costa (2013), sequências de imagens fotográficas possibilitam a visualização de aspectos particulares, permitindo a ênfase em algumas situações. Neste caso particular, do acionamento de um airbag, a partir da visualidade de fragmentos do ator em ação cria-se uma narrativa temporal das ações em um tempo imperceptível ao olho humano.

As fotografias destacam as etapas em termos fenomenológicos, em consequência dos fenômenos em nível atômico-molecular. Ao mesmo tempo, a narrativa visual estabelecida tem potencial sensibilizador. É importante assinalar que do ponto de vista da semiótica social existem dois tipos de participantes: os participantes interativos e os participantes representados. No caso destes últimos, trata-se do airbag e o processo que o leva a ser inflado. Todavia, os participantes interativos são aqueles próprios do ato da comunicação em si, os que produzem, que escrevem e que discutem as imagens. Nessa direção, há uma ação social complexa envolvida. Tais dispositivos são projetados para a proteção de pessoas em colisões veiculares. Pressupõem, portanto, um ator social que conduz o veículo e que sofre ou reage à ação do airbag. Destaca-se a dimensão social que a leitura imagética pode apresentar, para além do que está representado. A química, neste caso, e a elevada taxa de reação que produz o gás nitrogênio, é componente dessa teia social. A imagem representa a tecnologia e a ciência em ação, o que pode ser objeto de discussão pelo professor.

A percepção das evidências e participantes representados (informações explícitas e implícitas) indicam a ocorrência de fenômenos, tanto sociais quanto químicos, em um nível de maior abstração. No nível químico é o modelo cinético das colisões e os fatores que influem na taxa das reações. No nível social está o papel da ciência na vida e a ação dos seres humanos. Sobre isso, Kossoy destaca:

Qualquer que seja a imagem, nela existe um inventário de informações acerca do tema principal (que é o motivo da foto) e do seu entorno; trata-se de informações explícitas e implícitas, a saber: as explícitas, específicas ao objeto de representação; registros fotográficos que retratam ou documentam o assunto: o visível, o aparente da representação; [...] implícitas, relativas à história e ao contexto que envolvem o tema registrado, são da ordem dos fatos passados e das mentalidades, heranças culturais e ideológicas que afetam o indivíduo. Não se fazem ver, são invisíveis, o oculto da representação. (Kossoy, 2007, pp. 50–51)

Dentro da perspectiva da educação em química e a partir do que já foi debatido anteriormente, pode-se aventar que em termos dos significados narrativos as fotografias carregam informações implícitas, e parcela do conhecimento químico está além do que é representado. O uso de fotografias pode ajudar a revelar as entidades químicas, estabelecendo uma relação entre o mundo concreto e social, e o mundo atômico-molecular e teórico (químico). Fazer revelar o oculto da fotografia, as informações implícitas, é uma

oportunidade de estabelecer relação com a linguagem simbólica da química. Em termos do processo de ensino, a abordagem de conceitos químicos é fortemente influenciada por representações multimodais que podem mediar aquilo que não se pode ver com algo que é possível ver para se produzir significados (Moro et al., 2020; Tang et al., 2016). Conforme pontuam Kress et al. (2001, p. 1): “A aprendizagem não pode ser vista como algo dependente de uma linguagem dominante. (...). A aprendizagem ocorre por meio de uma complexa atividade em que fala ou escrita estão presentes conjuntamente a outros modos de representação” (tradução livre).” Nesses termos, professores de química precisam reconhecer que as fotografias enfocam informações no nível das propriedades gerais da matéria (nível macro), havendo a necessidade de explorar aquilo que está implícito em termos das interações atômico-moleculares (nível atômico-molecular).

O livro didático não dispõe de espaço suficiente para que cada imagem seja problematizada em seus aspectos explícitos e implícitos. De outro lado, é preciso ter em mente qual a finalidade de inserção da imagem. Nesse sentido, faz-se oportuno alertar sobre o que pode ser considerado uma limitação da potencialidade das imagens fotográficas, seu caráter visual-ilustrativo. Tal dimensão pode ser aproveitada a partir de um processo mais sistemático de leitura dos significados composicionais e narrativos em paralelo a outros modos de representação.

Conclusões e Implicações

Apoiando-se na gramática do design visual, o presente estudo buscou caracterizar fotografias nos livros didáticos de química aprovados pelo PNL 2018 para responder o seguinte questionamento: Quais inter-relações pedagógicas podem ser apreendidas de fotografias presentes em livros didáticos para o ensino de química? Os resultados permitem inicialmente inferir que as fotografias estão aparentemente consolidadas como constituintes dos livros didáticos, perfazendo parcela significativa destes materiais, conforme já relatavam alguns estudos (Pozzer & Roth, 2003; Lee, 2010).

Em termos da significação composicional, elas são empregadas para representar os conteúdos científicos em suas diferentes características, tais como aplicações e usos de materiais, fenômenos da natureza, experimental, situações cotidianas, embora a distribuição seja heterogênea tanto nos livros como nos aspectos veiculados, com predomínio de aplicações/usos de produtos e materiais químicos. Do significado composicional, as inter-relações pedagógicas estariam centradas numa tentativa de demonstrar, por meio da fotografia, como a química se insere na sociedade, com destaque para propriedades macroscópicas da matéria. Entretanto, sua relação com texto é majoritariamente indireta, quase inexistindo conexões mais orgânicas, de interdependência texto-imagem. Isso dificultaria o papel pedagógico de aproximar essas diferentes representações da química na sociedade com o leitor, pois o texto principal dos livros analisados assume uma perspectiva de transparência na leitura das fotografias. Como apontado na literatura (Stylianidou, 2002; Gibin & Ferreira, 2009), as fotografias não são autoexplicativas e isso pode incorrer em dificuldades por parte dos estudantes.

Em termos do significado representacional, emerge um caráter ilustrativo majoritariamente de conceitos, em certa medida consoante à significação composicional. O caráter a ser ilustrado é a dimensão visual dos materiais/fenômenos/processos químicos, enquanto princípios químicos estão implícitos. Essa característica parece decorrer da própria iconicidade das fotografias. A natureza abstrata do conhecimento científico, reforçada no caso da química em que os fenômenos são explicados em uma dimensão atômica-molecular, contribuem para que não haja univocidade entre sua produção. Por outro lado, verifica-se potencialidade das representações, com possibilidades de inferências que vão além do que está representado. Os aspectos visuais tendem a ser marcantes, mas não representam em sua totalidade os aspectos químicos ou sociais possíveis.

Em termos do processo de ensino, a abordagem de conceitos químicos é fortemente influenciada pelas imagens e palavras, ou seja, pelas características multimodais (Tang, 2016; Moro et al., 2020). A gramática do design visual tem potencial para permitir essas leituras, pois ao se analisar as representações de composição e representação do conhecimento químico, é possível estabelecer conexões com a mensagem química e representações simbólicas não (possíveis de serem) explicitadas mediante as fotografias. Isso não quer dizer que todas as imagens presentes nos livros precisam passar por este processo analítico durante a prática pedagógica, mas algumas delas podem ser escolhidas para este olhar mais intenso. Nesse sentido, a leitura das fotografias por meio da GDV potencializa essas relações. Apesar da pesquisa ter focado apenas um tópico, somado as mudanças nos livros em função da Reforma do Ensino Médio, o instrumental analítico se encontra válido para outras pesquisas. Assim, os resultados, ainda que não representem a totalidade de fotografias dispostas nos livros, conferem uma noção sobre suas características, de modo a organizar as atividades pedagógicas que considerem a necessidade da relação entre a imagem e o que ela representa, valorizando leituras do conhecimento químico que está implícito. Aventa-se que leitura das fotografias de modo mais sistemático no processo pedagógico pode ser um caminho, sendo a gramática do design visual um suporte teórico-metodológico viável.

Agradecimentos

W. E. Francisco Junior agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa.

Referências

- Almeida, R. M. (2013). Imagens do livro didático de geografia: representações do espaço geográfico. *Revista de Ensino de Geografia*, 4(6), 82–99. <http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/N.6/Art5v4n6.pdf>
- Coutinho, F. Â., Soares, A. G., & Braga, S. A. de M. (2011). Análise do valor didático de imagens presentes em livros de biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(3), 1–18. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4085>

- Costa, C. (2013). *Educação, imagem e mídias* (2ª ed.). Cortez.
- Costa, J. S., & Albuquerque, T. C. C. (2021). Estamos sendo invadidos: discutindo sobre os conceitos científicos relacionados à pandemia de COVID-19 através da elaboração de memes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 115–134. <https://doi.org/10.35362/rie8714579>
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning Science. *Science Education*, 75(6), 649–672. <https://doi.org/10.1002/sce.3730750606>
- Francisco Junior, W. E. (2020). O Alquimista em busca da Pedra Filosofal: “alquimiando” ciência e arte a partir de uma pintura. *Domínios da Imagem*, 14(27), 354–372. <https://doi.org/10.5433/2237-9126.2020v14n27p354>
- Francisco Junior, W. E., Albuquerque, T. C. C., Costa, B. L. S., & Gomes, R. L. (2023). Science by means of memes? Meanings of Covid-19 in Brazil based on Instagram posts. *Journal of Science Communication*, 22(04), A03. <https://doi.org/10.22323/2.22040203>
- Gibin, G. B., & Ferreira, L.H. (2009). Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, 35(1), 19–26. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/04-RSA-87-10.pdf
- Kossoy, B. (2007). *Os tempos da fotografia: o efêmero e o perpetuo*. Ateliê Editorial.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Charalampos, T. (2001). *Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom*. Continuum.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: the grammar of visual design*. Routledge.
- Lee, V. R. (2010). Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1099–1126. <https://doi.org/10.1080/09500690903253916>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2017). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas* (2ª ed.). EPU.
- Mayer, R. E., Steinhoff, K., Bower, G., & Mars, R. (1993). A generative theory of textbook design: using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 31–43. <https://doi.org/10.1007/BF02300480>
- Monteiro, I. G., & Justi, R. (2000). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 67–91. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/650/441>
- Moro, L., Mortimer, E. F., & Tiberghien, A. (2020). The use of social semiotic multimodality and joint action theory to describe teaching practices: two cases studies with experienced teachers. *Classroom Discourse*, 11(3), 229–251. <https://doi.org/10.1080/19463014.2019.1570528>

- Pietrocola, M. (2010). Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 119–134). Cengage Learning.
- Postigo, Y., & Asunción López-Manjón, A. (2019). Images in biology: are instructional criteria used in textbook image design? *International Journal of Science Education*, 41(2), 210–229. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1548043>
- Pozzer, L. L., & Roth W-M. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school Biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089–1114. <https://doi.org/10.1002/tea.10122>
- Pozzer-Ardenghi, L., & Roth, W-M. (2005). Making sense of photographs. *Science Education*, 89(2), 219–241. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.20045>
- Pralon, L. H. (2012). Imagem e produção de sentido: as fotografias no livro didático. In I. Martins, G. Gouvêa, & R. Vilanova (Orgs.), *O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula* (pp. 159–170). FAPERJ.
- Pralon, L. H., & Gouvêa, G. (08–13 de novembro, 2009). *Imagens da saúde no livro didático de ciências* [Trabalho Completo]. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.
- Roth, W-M., Bowen, G. M., & McGinn, M. K. (1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977–1019. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199911\)36:9<977::aid-tea3>3.0.co;2-v](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199911)36:9<977::aid-tea3>3.0.co;2-v)
- Silva, M. V. G., & Hussein, F. R. G. (10–13 de novembro, 2013). *O uso de fotografias para avaliação da aprendizagem dos conceitos de fenômenos físicos e reações químicas* [Trabalho Completo]. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, São Paulo.
- Souza, L. H. P., Rêgo, S. C. R., & Gouvêa, G. (2010). A imagem em artigos publicados no período 1998–2007 na área de educação em ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(3), 85–100. <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120307>
- Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257–283. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690110078905>
- Tang, K.-S. (2016). The interplay of representations and patterns of classroom discourse in science teaching sequences. *International Journal of Science Education*, 38(13), 2069–2095. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1218568>
- Tang, K.-S., Won, M., & Treagust, D. (2019): Analytical framework for student-generated drawings. *International Journal of Science Education*, 41(19), 2296–2322. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1672906>

Upahi, J. E., & Ramnarain, U. (2019). Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. *Chemistry Education: Research and Practice*, 20(1), 146–159. <https://doi.org/10.1039/C8RP00191J>

 **Flávia Chini Alves**

Secretaria de Estado da Educação de Alagoas
Maceió, Alagoas, Brasil
chiniflavia@live.com

 **Miyuki Yamashita**

Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca
Arapiraca, Alagoas, Brasil
yamashita.miy@gmail.com

 **Wilmo Ernesto Francisco Junior**

Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca
Arapiraca, Alagoas, Brasil
wilmojr@gmail.com

Editora Responsável

Márcia Gorette Lima da Silva

Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e de Isenção de Interesse

Os autores declaram ter cuidado de aspectos éticos ao longo do desenvolvimento da pesquisa e não ter qualquer interesse concorrente ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado no texto.
