

Estudo semiótico de imagens sobre Ligações Químicas em livros didáticos para o 1º ano do Ensino Médio

Camila de Cássia Badini Cancian¹, Rita de Cássia Antonia Nespoli Ramos²

¹Mestra em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba.

²Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo.

Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba (PPGE/UNIMEP/Brasil).

Semiotic study of images on Chemical Bonds in textbooks for the 1st year of High School

Informações do Artigo

Recebido: 16/04/2019

Aceito: 07/06/2019

Palavras chave:

livros didáticos. ligações químicas. semiótica.

Key words:

didatic books. chemical bonds. semiotics.

E-mail:

camilabadini@yahoo.com.br

ABSTRACT

Chemistry is directly inserted in our lives, being primordial to understand the world, to study the matter, its composition and properties. By the requirement of abstraction and use of models, "chemical bonds" are one of the contents that the students most present difficulties. Therefore, we investigated how the images on this theme are configured in two high school chemistry textbooks approved in the National Textbook Program (PNLD/2018). Seeking to contemplate the proposed goal, we support the semiotic theory of Charles Peirce. All the illustrations on chemical bonds were analyzed in the light of this theory, using two categories: sign for itself and for its interpretant, relating them in the three levels. The results reflected a tendency of the authors to choose figures and photographs as the main means of representation, since most representations can be classified as symbolic legissignos and iconic qualissignos, since they are highly abstract content, requiring the student to have a certain chemical symbolism.

INTRODUÇÃO

De acordo com nossa experiência no magistério, o livro didático é um dos instrumentos em que o professor se apoia para preparar as práticas pedagógicas que pretende desenvolver em sala de aula. Nessas obras, há textos, imagens, exercícios em que se sustentam os conteúdos; além disso, descrevem-se as teorias, os conhecimentos e, às vezes, o comportamento que o professor deve adotar em sala de aula.

Cabe destacar que os Livros Didáticos são distribuídos às escolas públicas de todo Brasil e são escolhidos a partir da inscrição das instituições no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), as quais, por sua vez, têm acesso ao "Guia do Livro Didático". Mais especificamente, nas orientações para a escolha do Livro Didático de Química do Ensino Médio, objeto de interesse desse artigo, nesse documento, dentre outros elementos, há

informações e resenhas para auxiliar na escolha do professor. Nas palavras dos autores do guia:

Os livros didáticos de Química podem colaborar para que os professores e professoras desenvolvam perspectiva investigativa em suas aulas, porém é importante que docentes se envolvam na construção e adaptação de experimentos de acordo com sua própria realidade (BRASIL, 2017, p. 10).

Além dessas informações, no Guia do Livro Didático de Química de 2018, informa-se que as coleções aprovadas buscam valorizar

[...] a produção do conhecimento químico a partir de uma linguagem constituída por representações e símbolos especificamente significativos para a Química e que necessitam ser mediados na relação pedagógica. Valorizam, em suas atividades, a necessidade de leitura e compreensão de representações nas suas diferentes formas, equações químicas, gráficos, esquemas e figuras, a partir do conteúdo apresentado (BRASIL, 2017, p. 21).

Essas informações direcionam a análise para a contribuição que os textos não verbais publicados nos Livros de Química adquirem para o ensino-aprendizado. Além das determinações dos documentos, essa preocupação também é apresentada por autores que refletem sobre a relação estabelecida entre a imagem publicada e o conteúdo a ser apresentado ao aluno. Na visão pedagógica de Carneiro (1997), uma imagem pode contribuir para a aprendizagem de conhecimentos científicos, mas para isso ocorrer, “o professor deve auxiliar o aluno na leitura das mesmas, pois a imagem por si só não pode ser considerada uma fonte de aprendizagem” (CARNEIRO, 1997, p. 367). Nosso cérebro se desenvolveu a fim de processar as informações visuais organizando-as em modelos que reconstruem internamente a realidade, dando-lhes sentido. Por isso, se diz que ver é conhecer (COSTA, 2005).

Inserido nesse ambiente escolar, neste artigo, procuramos identificar e analisar as imagens sobre a temática “ligações químicas” presentes em dois livros didáticos do Ensino Médio aprovados no PNLD/2018 de forma a se conhecer suas restrições e potencialidades, bem como os conceitos científicos envolvidos para o estudo de ligações químicas. Escolhemos para a análise os livros “Química Cidadã” de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado e “Química – Ensino Médio” de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gérson de Souza Mól (coordenadores).

Para as discussões, buscamos respaldo, principalmente, no referencial investigativo e metodológico descrito nos estudos de Peirce sobre o signo. A partir desse aporte, pensamos em descrever as imagens do material escolhido, caracterizá-las e entender como podem contribuir no ensino da Química.

A ciência chamada Semiótica tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido (SANTAELLA, 2012).

Segundo Fernandes (2012), a etimologia da palavra semiótica origina-se do grego “*seme*”, como em “*semeiotikos*”, intérprete de signos. A palavra signo vem do latim “*signum*”, que provém do grego “*secnom*” que significa “*cortar*”, “*extrair uma parte de*”. A semiótica, como disciplina, é a análise dos signos ou o estudo do funcionamento do sistema de signos.

A concepção de signo é a base para o pensamento, a ação, a percepção e a emoção, sendo aquilo que nos antecipa o conhecimento e todo o nosso conhecimento ocorre por intermédio dos signos (SILVA, 2008).

A mediação é a principal característica dos signos, dado que eles permeiam entre a pessoa e o mundo para organizar as atividades de produção cultural, simbólica e material e também para servir de estrutura para o pensamento.

Os estudos sobre o campo da Semiótica sustentam a ideia de que a cultura oferece uma ampla gama de regras, sinais e símbolos que são utilizados de modo consciente ou não pelo indivíduo, garantindo a sua interação com o mundo, “criando” e “lendo” seu ambiente de aprendizagem. A Semiótica potencializa o ensino e aprendizagem, por justamente somar ao cotidiano do indivíduo esses símbolos, sinais e regras (SHAPIRO, 1998).

Vários são os cientistas que se debruçaram sobre o estudo da Semiótica. A escolha por Charles Sanders Peirce¹ deu-se pelo fato de que foi um estudioso de diversas áreas do conhecimento, motivado pelo seu interesse pela lógica das ciências, entre eles a química e seus estudos serem baseados em tricotomias ou tríades, assemelhando-se ao conhecimento químico também concebido por tricotomias. O objetivo de Peirce era de criar uma teoria que fosse capaz de ser aplicável a todas as áreas de conhecimento, ou melhor, delinear os princípios fundamentais dos métodos do conhecer, utilizando a lógica das ciências como vetor de suas investigações (SOUZA & PORTO, 2012).

Nas palavras de Souza e Porto (2012, p. 03) “Peirce voltou-se para os fenômenos, [...] realizando extensa análise de como eles se apresentam à experiência, com o objetivo de mapeá-los e caracterizá-los, de propor categorias universais [...]”.

De acordo com a teoria Semiótica de Peirce, o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade: *representâmen*, objeto e interpretante, podendo ser representado como sendo os vértices de um triângulo equilátero (Figura 1). Um signo, para Peirce, é tudo aquilo que representa algo para alguém, é a parte perceptível do signo (*representâmen*) tais como desenhos, símbolos, sinais. Seria tudo aquilo que está

¹ Charles Sanders Peirce (1839-1914): Exímio cientista de diversas áreas, psicólogo, lógico e filósofo estadunidense, precursor da Semiótica moderna.

relacionado com uma segunda coisa e que a representa. Essa segunda “coisa” é chamada de objeto e este pode existir de maneira concreta ou não (GOIS & GIORDAN, 2007). O interpretante se refere à criação na mente de alguém de um signo equivalente ou mais desenvolvido que o signo interpretado. Portanto, partindo dessa tríade formada, os processos de significação podem ser melhor compreendidos.

Figura 1: Representação de signo proposta por Peirce.



Fonte: Adaptado de Peirce (2010).

Peirce (2010) propôs que a análise das qualidades universais dos fenômenos (análise fenomenológica) permite a ideia de três categorias gerais abrangendo a apreensão e tradução de tudo o que aparece à nossa consciência. São elas as classificações dos signos: primeiridade (qualidades da figura), secundidade (relação signo-objeto) e terceiridade (compreensão ampla do conceito representado na imagem). Elas se inter-relacionam, sendo que a secundidade precisa da primeiridade, enquanto a terceiridade une primeiridade e secundidade. Destarte, um signo, sendo classificado em nível de terceiridade, revelará aspectos de primeiridade e secundidade, uma vez que essas categorias ou classificações permitem a compreensão e a tradução do fenômeno em signo.

Conforme Rozentalski e Porto (2015), ao se observar uma ilustração, por exemplo, de um casaco vermelho, o nível de primeiridade ocorre quando temos o primeiro contato com a cor vermelha, pois causa um efeito em nós somente no nível perceptivo, no nível de qualidade. Ao se fazer um esforço no sentido físico - mental de relacionar o percebido com um segundo (nível de secundidade), observar-se-ia casaco vermelho. Mas como podemos estabelecer um hábito ou regra geral de que tal casaco vermelho é usado em dias de frio, ter-se-ia a terceiridade. Na terceiridade, em que ocorre a formação do *signo*, há a mediação ou transformação da primeiridade e secundidade, segundo Trevisan e Carneiro (2009).

Para Peirce (2010), os signos podem ser analisados segundo três tricotomias: o signo em relação a si mesmo, o signo em sua relação com o objeto, e o signo em sua relação com o interpretante gerado, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Síntese das três tricotomias de Peirce.

	Significação	Objetivação	Interpretação
	1ª Tricotomia	2ª Tricotomia	3ª Tricotomia
	Signo em si mesmo	Signo com seu objeto	Signo com seu interpretante
Primeiridade	Qualissigno	Ícone	Rema
Secundidade	Sinsigno	Índice	Dicente
Terceiridade	Legissigno	Símbolo	Argumento

Fonte: Do Autor.

Segundo Peirce (2010), a primeira e segunda tricotomias são subdivididas em:

- Qualissigno (Primeiridade): aspectos relacionados à qualidade do signo, tais como cores, formas, contornos, setas, traços, não podendo ser um signo até que se materialize.
- Sinsigno (Secundidade): é alguma coisa ou evento existente e real que é um signo, podendo ser somente um signo através de suas qualidades e necessariamente envolve vários qualissignos, por exemplo, o ato de observar a balança de precisão oscilar ao se colocar uma substância química sólida.
- Legissigno (Terceiridade): é uma lei que é um signo, uma lei estabelecida pelos homens, sendo todo signo convencional, como a Lei de Lavoisier, que fala sobre a conservação da massa das substâncias em uma transformação química e a Lei de Proust, a qual diz que sempre as substâncias reagem umas com as outras seguindo uma proporção fixa.
- Ícone (Primeiridade): signos que possuem alguma semelhança com seu objeto, podendo ser apenas visual ou de propriedades, como figuras, esquemas, desenhos, fotografias.
- Índice (Secundidade): signos que se referem ao um objeto, possuindo uma ligação física direta com este, indicando sua existência, como os símbolos dos elementos químicos representando seu nome escrito.
- Símbolo (Terceiridade): signos que são associados aos seus objetos em virtude de uma lei ou convenção, possuindo um consenso coletivo para seu significado, citando como exemplo as letras gregas nas equações matemáticas, as palavras de uma língua.

- Rema (Primeiridade): é um signo que abrange todas as possibilidades que o signo representa e pode ser.
- Dicente (Secundidade): é um signo de forma real, corresponde a um enunciado e envolve remas na descrição do fato.
- Argumento (Terceiridade): é uma justificativa, é um signo de razão.

Peirce considera que “a mais importante divisão dos signos se faz em Ícones, Índices e Símbolos” (PEIRCE, 2010, p. 64). Para ele, qualquer que seja a imagem, como uma pintura, é potencialmente autossuficiente, não necessitando de legendas ou rótulos para descrevê-la, podendo ser denominada de hipoícone.

Os hipoícones podem ser subdivididos em: a) imagens, que são hipoícones com qualidades primárias; b) diagramas, hipoícones que representam relações diádicas, que indissolúvelmente fazem parte de um todo, por meio de relações similares em suas partes e em suas próprias partes e c) metáforas, que são hipoícones que mostram o cunho representativo de um *representâmen* pelo estabelecimento de um paralelo com outra coisa.

Conforme Peirce, “um índice é um *representâmen* cujo caráter representativo consiste em ser um segundo individual” (PEIRCE, 2010, p. 66). O índice pode ser subdividido em índice genuíno, quando a secundidade for uma relação existencial ou índice degenerado, quando a secundidade é uma referência. Tudo que nos atrai a atenção é índice, como por exemplo, uma batida na porta, ou um relâmpago no céu.

Sobre o símbolo, Peirce expressa que “um símbolo é um *representâmen* cujo caráter representativo consiste exatamente em ser uma regra que determinaria seu Interpretante” (PEIRCE, 2010, p. 71). Os símbolos podem ser classificados em símbolo genuíno que tem significado geral; símbolo degenerado que pode ser singular que é quando o Objeto é um existente individual, e que significa apenas aqueles caracteres que aquele individual pode conceder e abstrato no qual o Objeto único é um caráter.

De acordo com Wartha e Rezende (2011), o aprofundamento da análise semiótica, em especial de origem peirceana, como a que é referencial teórico-metodológico deste trabalho, a respeito das ilustrações sobre ligações químicas, poderá contribuir para uma maior compreensão sobre as estratégias de apropriação e comunicação desse conhecimento químico, visto que, poderá auxiliar na compreensão do processo de interiorização das representações externas, ou seja, a compreensão do processo de pensamento no qual representamos e interpretamos o mundo por meio de signos.

A partir do arcabouço teórico apresentado, pretendemos, a seguir, detalhar como as pesquisas e conceitos descritos sugerem uma metodologia para a categorização das imagens presentes nos livros escolhidos para análise.

APORTES METODOLÓGICOS

O método empregado consistiu no uso da teoria semiótica de Peirce para o aprofundamento analítico de imagens sobre o conceito de “ligações químicas” entendidas como signos, em dois livros didáticos destinados ao 1º ano do Ensino Médio aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018.

Atualmente o PNLD promove a distribuição de livros trienalmente, sendo que os livros são previamente selecionados e analisados quanto aos requisitos curriculares exigidos pelo Ministério da Educação (MEC) por uma equipe de profissionais da educação, para compor o catálogo de obras aprovadas, para posteriormente ser disponibilizado aos professores da rede estadual para que possam fazer a escolha do livro didático que usará pelos próximos três anos.

A opção por limitar esta pesquisa em dois livros ocorreu pelo fato de que os autores das obras escolhidas terem sido os únicos que tiveram seus livros selecionados em todas as edições do PNLD, desde seu início no ano de 2008, quando os livros de química começaram a ser distribuídos nas escolas públicas e também nos PNLDs seguintes, dos anos de 2012, 2015 e, no último, de 2018. Os livros escolhidos para este trabalho são os livros “Química Cidadã” de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado e “Química – Ensino Médio” de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gérson de Souza Mól (coordenadores).

A escolha pelo estudo de ligações químicas ocorreu pela relevância deste conhecimento para a compreensão de diversos fenômenos e suas especificidades. A literatura consultada sobre ligações químicas e seu papel ressaltam a condição única a qual ela ocupa em Química, bem como sua indispensável relevância na compreensão de outros temas, sendo seu estudo de grande importância nesta ciência e para o desenvolvimento do estudante enquanto cidadão do mundo contemporâneo, pois, por meio dessas ligações que se tornam possíveis a existência de diversas substâncias naturais e desenvolvidas pelo homem.

A análise semiótica das representações visuais pautou-se na primeira e segunda tricotomia, isto é, no signo por si mesmo e no signo com seu objeto, abarcando os níveis de primeiridade, secundidade e terceiridade.

Para tal, todas as imagens dos capítulos referentes ao estudo de ligações químicas foram contabilizadas e analisadas à luz das duas primeiras tricotomias e separadas no que tange ao tópico abordado, podendo ser ligações iônicas, ligações covalentes ou ligações metálicas. As imagens relacionadas a outros tópicos também inseridas nos capítulos foram igualmente quantificadas e analisadas.

DISCUSSÃO

A base da teoria dos signos de Peirce se sustenta pela tríade composta pelo *representâmen*, objeto e interpretante, sendo que a interpretação do signo ocorre pela inter-relação estabelecida entre os elementos dessa tríade, podendo ser imaginado como os vértices de um triângulo equilátero, conforme apresentado anteriormente. Esta relação tem a propriedade de nortear os processos de significação na mente humana. Para Peirce, o signo ou *representâmen* é tudo aquilo que retrata alguma coisa para alguém, sendo esta coisa o seu objeto, criando na mente dessa pessoa um signo semelhante ou até mais desenvolvido que o signo de origem e esse signo criado mentalmente recebe o nome de interpretante do signo inicial (PEIRCE, 2010). O objeto pode ser concreto ou abstrato, como, por exemplo, em química a palavra “*erlenmeyer*” é um signo que possui um objeto concreto, pois quando o estudante lê essa palavra (signo) em um livro, ele imagina em sua mente o que é o *erlenmeyer*: um acessório de vidro, achatado na base em formato triangular, com abertura na superfície. O objeto concreto então seria este acessório. Já para retratar um objeto abstrato, a palavra “*carinho*” ao ser lida, remete à mente do leitor sentimentos ligados a afeto, amor, mãe e pai, por exemplo, existindo então de modo abstrato. Utilizando os exemplos acima, as palavras “*erlenmeyer*” e “*carinho*” criam na mente do leitor ou intérprete as ideias associadas a elas, as imagens-lembrança, ou seja, o interpretante do signo. Assim, essa interdependência existente entre *representâmen*, objeto e interpretante são úteis para se compreender a gênese do signo bem como seu caráter mediador nos processos de produção humana material e simbólica e também na estruturação do pensamento humano (GOIS & GIORDAN, 2007).

A figura 2 ilustra a moldagem de um pedaço de metal. Uma pessoa bate com uma espécie de martelo sobre o metal quente, fazendo a moldagem dele. Nessa imagem, o *representâmen* é o movimento que a pessoa faz, conferindo a modelagem da peça, o objeto é todo o conjunto mostrado na foto (pessoa + martelo + metal) e o interpretante é a imagem criada na mente pela imaginação de quem faz a leitura.

Figura 2: Imagem de moldagem de uma peça de metal.



Fonte: SANTOS, W. L.; P. MÓL, G. S. (coords.) (2016).

Segundo os estudos de Peirce, o signo, ao ser interpretado, pode se enquadrar em três categorias – primeiridade, secundidade e terceiridade – que, por sua vez, formam as tricotomias, dado que a primeira delas relaciona o signo em si mesmo (*representâmen*); a segunda estabelece a relação entre o signo e seu objeto e a terceira consolida a correlação do signo com seu interpretante.

As imagens retiradas dos dois livros utilizados para este trabalho foram classificadas quanto a primeira e segunda tricotomias. A terceira tricotomia, apesar de sua significação, não foi considerada, pois envolve o interpretante, que se refere à visão mental que algum indivíduo constrói acerca de determinado objeto, com base nos construtos teóricos existentes em sua mente. Sendo assim, esta pesquisa dependeria de indivíduos (alunos), e uma vez que se optou por não efetuar estudos de campo, como acompanhamento de aulas de química ou aplicação de eventuais questionários para classes, a aplicabilidade da terceira tricotomia ficou comprometida.

Partindo-se, portanto, da teoria peirceana como escopo deste trabalho, a seguir foram elencadas algumas representações visuais dos livros utilizados e analisadas à luz da teoria de Peirce, no que concerne à primeira tricotomia: qualissigno, sinsigno e legissigno e à segunda tricotomia: ícone, índice e símbolo.

As imagens foram separadas, primeiramente, quanto ao tema de ligações químicas no qual se insere (ligação iônica, covalente ou metálica) e posteriormente quanto às suas características referentes à primeira tricotomia e associadas aos aspectos que apresentam quanto à segunda tricotomia. Os resultados das classificações de todas as 98 imagens analisadas, sendo 71 da obra “Química Cidadã” e 27 da obra “Química – Ensino Médio” foram organizadas em uma tabela (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados das análises das imagens pela 1ª e 2ª tricotomia de Peirce. LI: Ligação Iônica; LC: Ligação Covalente; LM: Ligação Metálica.

LIVRO	TEMA	QUANTIDADE DE IMAGENS	SIGNO EM SI MESMO			SIGNO COM SEU OBJETO		
			Qualissigno	Sinsigno	Legissigno	Ícone	Índice	Símbolo
LD 1	LI	15	4	1	10	4	1	10
	LC	39	11	8	20	17	3	19
	LM	7	3	2	2	3	2	2
	OUTROS	10	10	-	-	5	5	-
LD 2	LI	3	1	-	2	-	-	3
	LC	15	7	5	3	10	2	3
	LM	5	3	-	2	3	1	1
	OUTROS	4	3	1	-	3	1	-

Fonte: do Autor.

A seguir encontram-se algumas ilustrações representativas como exemplos dos temas sobre ligações iônicas, covalentes e metálicas eleitas para detalhamento da análise tricotômica peirceana.

IMAGEM ANALISADA SOBRE LIGAÇÃO IÔNICA

A primeira tricotomia diz respeito ao signo por si só. Conforme já visto, ela subdivide-se em qualissigno (nível de primeiridade), sinsigno (nível de secundidade) e legissigno (nível de terceiridade). A segunda tricotomia, que é a face do signo com seu objeto, compreende o ícone (nível de primeiridade), índice (nível de secundidade) e símbolo (nível de terceiridade).

Relacionando as imagens sobre ligações iônicas com as tricotomias, a imagem a seguir (Figura 3), mostra-se como um exemplo em potencial, pois é possível classificá-la segundo as categorias mais aparentes, podendo ser um legissigno simbólico, como também pode se encaixar nas três categorias das duas tricotomias.

Figura 3: Exemplo de imagem representativa sobre ligações iônicas.



Fonte: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. (2016).

Ao observá-la inicialmente, em seu aspecto primário, na relação entre o signo por si mesmo, o observador percebe suas cores distintas para cada objeto e seus contornos e que eles se repetem tanto na imagem A, quanto na B, ou seja, suas qualidades, o qualissigno, além disso, o sinsigno, correspondente à secundidade, pode ser demonstrado com o ato da lâmpada se acender em contato com os objetos, pressupondo-se que antes do contato, a lâmpada encontrava-se apagada.

O legissigno se apresenta também nesta imagem, pois pode se buscar o motivo da lâmpada se acender em contato com NaCl em água em A e com uma placa de cobre metálico em B. Isso pode ser lido na legenda abaixo da imagem, entretanto, para haver a correta interpretação do legissigno, que se insere na terceiridade, o observador deve possuir conhecimentos prévios sobre as propriedades e estrutura geométrica dos sólidos iônicos (retículo cristalino), que ao serem solubilizados em água, ocorre o fenômeno da solvatação que consiste na separação da maioria dos íons do retículo cristalino para o meio aquoso, tornando-os móveis e com maior energia cinética, sendo capazes de conduzirem corrente elétrica, conferindo aos compostos iônicos o caráter de bons condutores de energia quando dissolvidos em água e maus condutores quando no estado sólido, visto que neste estado de agregação os íons estão fixos e muito unidos pelas forças de atração entre elétrons e núcleos dos cátions e ânions em todas as direções. E no caso do metal de cobre, a lâmpada se acende devido à deslocalização dos elétrons que se encontram móveis por toda a placa.

Com relação ao signo em relação ao seu objeto, por se tratar de uma fotografia, um retrato do real, possui um grau elevado de semelhança entre o significado e o significante, sendo icônica, podendo ser classificada como hipoícone do tipo imagem.

Já no nível de secundidade, a lâmpada do sistema montado pode ser o índice, pois dá indício que ela acenderá, ao entrar em contato com seus objetos (solução aquosa de NaCl e a barra de cobre) sendo afetada e firmando uma relação direta com ambos, podendo ser classificada como índice genuíno.

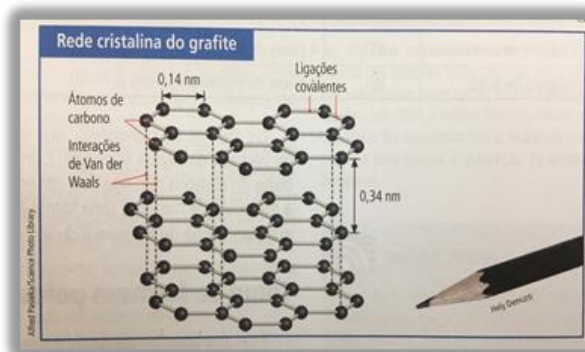
Adentrando-se no aspecto da terceiridade, é simbólica, possuindo símbolo genuíno, por convencionar, necessariamente que todas as lâmpadas que possuem as características mostradas na imagem irão acender sempre, quando colocadas em contato com essas duas substâncias em questão.

No contexto de sala de aula, o professor pode optar por fazer uso de variadas ferramentas, buscando promover a apropriação do conhecimento pelo aluno. O livro didático é amplamente utilizado neste contexto e as imagens, principalmente aquelas que retrataram assuntos mais abstratos, requerem mais atenção e interpretação, pois muitas vezes necessitam de conhecimentos prévios que estão embutidos na representação. No caso desta imagem representada, apesar de retratar uma fotografia de um sistema de condução de eletricidade, para que o aluno possa compreender a razão científica pela qual é possível acender a lâmpada com substâncias iônicas aquosas e placas de metal, ele deve possuir um conhecimento dos modelos abstratos envolvendo ligações entre íons e ligações entre átomos metálicos. Assim, uma opção para o professor seria introduzir primeiramente o estudo dos modelos de ligações para depois utilizar imagens que mostram a aplicabilidade desses conceitos, como é o caso da imagem em questão.

IMAGEM ANALISADA SOBRE LIGAÇÃO COVALENTE

Conforme realizada a análise mais aprofundada, pode-se observar que a figura 4 configura-se como qualissigno simbólico, visto que apresenta aspectos relativos à primeiridade, como formas e cores, ou seja, como qualissigno.

Figura 4: Exemplo de imagem representativa sobre ligações covalentes.



Fonte: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. (2016).

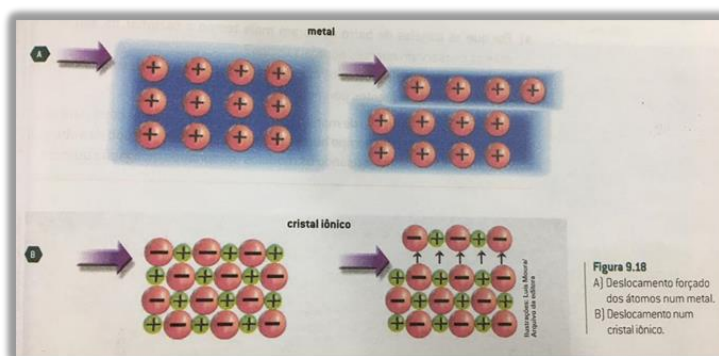
O nível simbólico (terceiridade), sendo um símbolo singular, refere-se sobre a leitura que o indivíduo faz da imagem, de modo que para interpretar integralmente a representação visual, ele deve possuir conhecimentos anteriores no que tange às ligações covalentes, interações intermoleculares, tipos de átomos, arranjo geométrico molecular e propriedades das substâncias para compreender o motivo, por exemplo, de o grafite ser mais quebradiço e de ser usado para certos fins e do diamante ser bem mais resistente e ser usado para outras aplicações, mesmo ambos serem constituídos pelo mesmo tipo de átomo, o Carbono.

Esta imagem é um exemplo de representação que, ao ser abordada pelo professor, requer uma atenção especial no que se refere ao caráter microscópico da matéria, pois o aluno para compreendê-la integralmente, deve entender sobre a correlação existente entre o arranjo tridimensional dos átomos e suas propriedades microscópicas e macroscópicas.

IMAGEM ANALISADA SOBRE LIGAÇÃO METÁLICA

No que se refere às ligações metálicas, a figura 5 foi utilizada para descrição.

Figura 5: Exemplo de imagem representativa sobre ligações metálicas.



Fonte: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. (2016).

Ela se descreve como legissigno indicial, pois para o leitor visualizar além das cores e formas, ele deve ter conhecimento sobre o uso dos sinais positivos (+) e negativos (-) e sua significação geral e específica do conhecimento químico no âmbito das ligações entre os átomos e as forças de atração e repulsão envolvidas numa ligação química, ou seja, demonstra um legissigno pertencente, portanto, ao nível de secundidade.

Em relação à segunda tricotomia – signo em relação ao seu objeto – classifica-se como índice do tipo genuíno, devido à representação mostrar ao leitor uma ligação física direta com o objeto, que no caso são os materiais metálicos e iônicos, dando o indício de movimentação dos cátions e ânions e da nuvem eletrônica, representados por sinais positivos e negativos pelo uso das setas indicativas.

Quando usada no âmbito da sala de aula pelo professor, esta imagem é bastante significativa por representar de maneira abstrata o deslocamento de cátions metálicos em uma barra e dos íons em um cristal iônico, ou seja, permite ao professor traçar um paralelo de diferenças e semelhanças entre compostos metálicos e iônicos.

De acordo com as análises realizadas, é possível observar que o livro “Química Cidadã” contém mais ilustrações no tocante à primeira tricotomia (signo por si mesmo), inseridas no nível de secundidade, ou seja, legissignos, por retratar mais imagens contendo leis ou convenções químicas, que demandam ao aluno um conhecimento preexistente. O livro “Química – Ensino Médio” mostra mais imagens do tipo qualissignos, provavelmente pelo fato de trazer uma porção significativa de imagens do tipo figura e fotografia, cabendo ao leitor somente identificar os elementos primários constituintes da imagem.

A obra “Química Cidadã”, quanto à relação do signo com seu objeto, segunda tricotomia, traz um maior número de imagens simbólicas por fazer uso de imagens que requerem conhecimentos químicos específicos sobre ligações químicas e domínio da simbologia química para a ampla compreensão da ilustração e a obra “Química – Ensino Médio” contém mais imagens do tipo icônica, por fazer uso de fotografias que possuem alto grau de iconicidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro didático ocupa um lugar de destaque no contexto pedagógico e o professor é quem estabelece a ligação dos conceitos científicos apresentados no livro com a aplicabilidade no dia a dia do estudante para que ele possa estabelecer relações e sair do senso comum. Cabe ao professor diante das ideias prévias e cotidianas do estudante acerca dos fenômenos discutidos, utilizar os mais variados recursos sígnicos, como a fala, expressões, gestos, palavras escritas, símbolos, recursos multimídia e imagens, sendo as

imagens um recurso presente nos materiais didáticos, para que o estudante se aproprie dos conceitos largamente abstratos da química.

Frente a isso, refletimos que um bom livro didático se apresenta como uma ferramenta indispensável ao estudo da química, e como é o caso deste trabalho, no estudo de ligações químicas, pois é um tema que exige certo grau de abstração por parte do estudante, por abranger quase que exclusivamente o universo submicroscópico da matéria.

A teoria dos signos de Charles Sanders Peirce foi de extrema importância para este estudo, pois serviu como pressuposto teórico e aprofundamento analítico das imagens, uma vez que possibilitou uma compreensão mais ampla sobre a função da imagem no livro e se ela tem potencialidade de propiciar ao estudante o conhecimento necessário para fazê-lo transitar pelos níveis de primeiridade, secundidade e terceiridade peirceanos. As categorias de Peirce que encabeçaram as análises serviram para exemplificar o quão valiosa pode ser uma imagem se compreendida em sua integralidade, e o aluno, ao se aprofundar e compreender mais amplamente a imagem no livro, poderá passar a enxergar o dinâmico no estático e assim poder melhor entender o conceito retratado.

A partir da semiótica de Peirce, foi possível observar que as imagens do livro “Química Cidadã” se pautaram, principalmente, em legissignos simbólicos por conter representações com o uso de regras e símbolos inerentes à química e o livro “Química – Ensino Médio” apresentou mais ilustrações classificadas como qualissignos icônicos, uma vez que ofereceu maior quantidade de fotografias.

Este trabalho mostrou-se relevante para o contexto do ensino por tratar de livros didáticos atualmente utilizados nas salas de aula brasileiras e aprovados em todas as edições do PNLD, possuindo, contudo, boa aceitação dos avaliadores e professores que os utilizam em suas aulas. Estudar e esmiuçar a teoria de Peirce a fim de se obter uma nova ótica sobre as representações visuais tornou-se primordial, uma vez que grande parte da superfície das páginas dos livros contém ilustrações e pelo fato de ligações químicas ser um tema em grande parte abstrato, torna-se fecundo para o estudante conhecer, relacionar e aprofundar-se nos diversos modelos científicos dos átomos e de ligações químicas propostos pelos cientistas ao longo das décadas, para que assim possa compreender mais amplamente as ligações estabelecidas entre os átomos e a importância desse fenômeno para as transformações químicas do universo macro e a produção dos diversos tipos de materiais, inseridos nas mais diversas áreas, como a medicina, a biotecnologia, a nanotecnologia, transformando também o universo micro, o nosso cotidiano, o nosso modo de vida de ver, fazer e sentir as coisas.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018: química** – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 1., 1996, **Atas**, Águas de Lindóia, ABRAPEC, 1997. v. 1. p. 366-376.

COSTA, C. **Educação, imagem e mídias**. São Paulo: Cortez, 2005.

FERNANDES, J. D. C. **Introdução à Semiótica**, 2012. Disponível em: <http://www.cchla.ufpb.br/clv/images/docs/modulos/p8/p8_4.pdf>, Acesso em: 20/11/2017.

GOIS, J; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, n. 7, 2007.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2010.

ROZENTALSKI E. F.; PORTO, P. A. Imagens de orbitais em livros didáticos de química geral no século XX: uma análise semiótica. **Investigações em Ensino de Ciências – V20(1)**, pp. 181-207, 2015.

SANTAELLA, L. **A Teoria Geral dos Signos: Como as línguas significam as coisas**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SHAPIRO, B. Reading the furniture: The semiotic interpretation of science learning environments, en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (eds.). **International Handbook of Science Education**, pp. 609-622. Holanda: Kluwer Acad. Publ, 1998.

SILVA, R. Uma percepção do olhar: os três paradigmas da imagem à luz da semiótica peirceana. **Comunicação & Educação**. Ano XIII, n. 3. Set/dez 2008.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. **Estratégias visuais na construção de uma realidade química: análise semiótica das ilustrações em livros didáticos ao longo do século XX**. In: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, 2012, Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em <<http://nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0929-1.pdf>>. Acesso em: 03/05/2017.

TREVISAN, M. D.; CARNEIRO, M. C. Uma descrição semiótica da metáfora no Ensino de Biologia: asserções sobre a célula animal. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2009, 14(3), 479-496.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D de B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.16, n.2, p. 275-290, 2011.

RESUMO

A Química está diretamente inserida em nossas vidas, sendo primordial para entendermos o mundo, por estudar a matéria, sua composição e propriedades. Pela exigência de abstração e utilização de modelos, “ligações químicas” são um dos conteúdos que os alunos mais apresentam dificuldades. Portanto, investigamos como se configuram as imagens sobre este tema em dois livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2018). Buscando contemplar o objetivo proposto, respaldamo-nos na teoria semiótica de Charles Peirce. Todas as ilustrações sobre ligações químicas foram analisadas à luz desta teoria, utilizando duas categorias: signo por si mesmo e por seu interpretante, relacionando-as nos três níveis. Os resultados refletiram uma tendência de os autores elegerem figuras e fotografias como meio de representação principal, já que a maioria das representações podem ser classificadas como legissignos simbólicos e qualissignos icônicos, por tratar-se de um conteúdo altamente abstrato, exigindo do estudante certo domínio da simbologia química.

RESUMEN

La Química está directamente insertada en nuestras vidas, siendo primordial para entender el mundo, por estudiar la materia, su composición y propiedades. Por la exigencia de abstracción y utilización de modelos, "conexiones químicas" son uno de los contenidos que los alumnos más presentan dificultades. Por lo tanto, investigamos cómo se configuran las imágenes sobre este tema en dos libros didáticos de Química de la Enseñanza Media aprobados en el Programa Nacional del Libro Didático (PNLD / 2018). Buscando contemplar el objetivo propuesto, nos respaldamos en la teoría semiótica de Charles Peirce. Todas las ilustraciones sobre conexiones químicas fueron analizadas a la luz de esta teoría, utilizando dos categorías: signo por sí mismo y por su interpretante, relacionándolas en los tres niveles. Los resultados reflejaron una tendencia de los autores a elegir las figuras y las fotografías como medio de representación principal, ya que la mayoría de las representaciones pueden ser clasificadas como legissignos simbólicos y cualitativos icónicos, por tratarse de un contenido altamente abstracto, exigiendo al estudiante cierto dominio simbología química.