

Representações Presentes nos Livros Didáticos: Um Estudo Realizado para o Conteúdo de Ligação Iônica a Partir da Semiótica Peirceana

Karina Caixeta Scalco, Márcia Regina Cordeiro e Keila Bossolani Kill

Conhecendo o valor das representações no ensino de química, este estudo foi realizado com o objetivo de verificar a importância das imagens para compreensão do conteúdo de ligação iônica. Para realização deste, os sujeitos participantes foram alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual, os quais observaram e interpretaram uma imagem acerca do conteúdo em questão. As respostas foram classificadas conforme o tipo de interpretante dinâmico gerado (emocional, energético e lógico). A partir dessas classificações, pode-se entender como uma imagem pode influenciar na compreensão do conteúdo de ligação iônica, verificando como os alunos se utilizam da imagem para representarem seu conhecimento.

► semiótica peirceana, imagens, livro didático ◀

134

Recebido em 27/11/2013, aceito em 29/04/2014

Um dos fatores de grande importância para o desenvolvimento do indivíduo é a sua inserção no processo de aprendizagem ao longo de sua vida escolar. A aprendizagem vem sendo compreendida por um processo que envolve muitos fatores, dentre os quais, destacam-se: a interação entre o aluno e o professor, entre alunos, entre o aluno e o contexto em que estes estão inseridos e também com os instrumentos utilizados no processo de aprendizagem que se tem acesso (Garcia; Palacios, 2006).

Em relação aos instrumentos presentes em sala de aula, destaca-se o livro didático (LD), o qual tem sido um dos mais utilizados pelos professores como ferramenta para o ensino. É apontado como importante fonte de informação no espaço escolar (Echeverría et al., 2011). O livro pode ser compreendido pelas seguintes palavras:

O livro então encerra conhecimentos que são organizados de forma a serem utilizados pelo indivíduo no seu processo de ensino e aprendizagem. É um produto elaborado para o consumo humano e, para tal, apresenta textos escritos, imagens, gráficos, os quais podem interferir como mediadores no processo de aprendizagem.

A palavra 'livro' tem origem no Latim 'liber', que designa a camada de tecido abaixo da casca das árvores, por onde a seiva flui. Pode-se, então, compreendê-lo como um produto intelectual, que encerra conhecimentos (seiva) individuais ou coletivos que devem ser divulgados (fluir), para que possam ser utilizados. (p. 263)

O livro então encerra conhecimentos que são organizados de forma a serem utilizados pelo indivíduo no seu processo de ensino e aprendizagem. É um produto elaborado para o consumo humano e, para tal, apresenta textos escritos, imagens, gráficos, os quais podem interferir como mediadores no processo de aprendizagem.

Cabe ressaltar que, a partir de 2004, os LDs foram distribuídos aos alunos do ensino médio público de todo país. Isso surge por meio da Resolução nº 38 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), em que foi criado o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Esse programa tem como objetivo principal democratizar o acesso ao LD e promover a melhoria da qualidade do ensino.

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

A princípio, esse programa atendeu 1,3 milhão de alunos do primeiro ano do ensino médio de 5.392 escolas das regiões Norte e Nordeste, distribuindo 2,7 milhões de livros de português e matemática. Em 2006, o programa universalizou essa distribuição para todo o ensino médio e, em 2008, os livros de química chegaram às escolas depois de serem escolhidos pelos professores e adquiridos pelo Ministério da Educação por meio do processo de seleção do PNLEM/2007. Esse programa promove uma nova avaliação e seleção de LDs em ciclos trienais alternados, em que, a cada ano, o FNDE adquire e distribui livros para todos os alunos de determinada etapa do ensino e repõe e complementa os livros reutilizáveis para outras etapas (Brasil, 2013).

Papel do livro didático

Para Choppin (2004), o LD desempenha quatro funções: referencial, instrumental, ideológica/cultural e documental. Como função referencial, entende-se a chamada curricular ou programática, sendo considerado como um suporte para os conteúdos educativos. A função instrumental refere-se aos métodos de aprendizagem evidenciados no LD, aos exercícios e às atividades que são trabalhadas com os alunos com intuito de favorecer a aquisição do conhecimento. A função ideológica pressupõe o livro como sendo um dos vetores essenciais da língua e da cultura. Já sob os aspectos documentais, o livro pode fornecer um conjunto de documentos de caráter textuais ou icônicos, entendidos como os textos conceituais e as representações pictóricas.

Nesse sentido, o LD tem assumido uma importância fundamental nas ações educativas, contribuindo assim para a construção do conhecimento, à medida que corrobora para o entendimento dos conteúdos, mais especificamente como um norteador para tratar tais conteúdos, para apresentar exemplos utilizados em sala de aula e para propor problemas (Lemes et al., 2010).

Diante das várias funções observadas aqui, é preciso compreender também que o LD não é o único instrumento utilizado como recurso no processo educativo. Diferentes instrumentos podem ser usados no ensino, de modo que estes e o texto didático podem ser de complementaridade (Choppin, 2004).

O LD é um material constituído por uma sequência de textos, imagens e exercícios. Diante de sua importância no ensino, há uma preocupação com sua qualidade, no sentido de que este não se fundamente apenas nessa sequência tradicional dos conteúdos, mas que apresente alterações estruturais e metodológicas a fim de que, cada vez mais, essa sequência de conteúdos, juntamente com as atividades de ensino, possam contribuir para uma aprendizagem efetiva (Mortimer; Santos, 2008).

Nesse sentido, é importante que se destaque a influência das representações visuais¹ presentes nos textos didáticos para a compreensão dos textos escritos, tais como símbolos, signos matemáticos e representações gráficas, por exemplo (Garcia; Palacios, 2006).

Considerando especificamente o ensino de química, as imagens desempenham um papel substancial para a compreensão daquilo que se deseja explicar por ser a química uma ciência de natureza abstrata e que se apoia em modelos para facilitar o entendimento de seus conceitos. A compreensão de conceitos e fenômenos pode ser então potencializada pelos aspectos atribuídos às imagens e o que estas comunicam (Silva et al., 2011).

Uso das imagens no ensino

Os materiais didáticos utilizados em sala de aula têm se tornado alvo de estudos de muitos pesquisadores da área de educação química quanto aos aspectos que contribuem para o conhecimento químico (Silva et al., 2011). Especificamente falando do LD, as discussões têm levado em consideração o papel das representações no processo

de aprendizagem, tornando-as constantes objetos de estudos (Perales; Jiménez, 2002).

Pesquisadores na área de química concordam que as imagens devem acompanhar os textos didáticos e estas devem contribuir com a aprendizagem, a compreensão de conceitos científicos e promover a imaginação e o raciocínio (Otero et al., 2003; 2002). Outros evidenciam a importância das representações visuais como instrumento colaborativo no trabalho dos docentes (Garcia; Palacios, 2006; Fanaro et al., 2005; Silva et al., 2011).

Silva e colaboradores (2011) concluíram em seu trabalho que a química é uma ciência que utiliza diversas representações para comunicação. Estas devem ser cuidadosamente utilizadas, principalmente nos LDs, para que apresentem uma relação efetiva com o texto principal. Apontam também a importância da função do professor nesse processo comunicativo, sendo este um facilitador da aprendizagem devido à sua maior habilidade em perceber os significados das representações.

Lemes e colaboradores (2010) também sustentam a ideia de que as imagens desempenham importante papel no ensino de química. No entanto, em seu trabalho, ao analisarem o conceito de dissolução, presente nos LDs aprovados pelo PNLEM, concluem que a quantidade de imagens presentes não é um fator determinante para uma melhor compreensão dos conceitos abordados, visto que muitas das imagens analisadas apresentaram inadequações conceituais. Por exemplo, num determinado livro, havia uma figura que buscava representar a dissolução do etanol em água, mas não

Considerando especificamente o ensino de química, as imagens desempenham um papel substancial para a compreensão daquilo que se deseja explicar por ser a química uma ciência de natureza abstrata e que se apoia em modelos para facilitar o entendimento de seus conceitos. A compreensão de conceitos e fenômenos pode ser então potencializada pelos aspectos atribuídos às imagens e o que estas comunicam (Silva et al., 2011).

havia nenhum texto explicativo relativo à figura. Além disso, consideraram que a interação representada pode gerar uma concepção inadequada acerca do referido processo, visto que a imagem não representa a interação da molécula de água com a molécula de etanol. Nesse sentido, vale ressaltar que existem várias formas de as imagens representarem os modelos relacionados aos conteúdos estudados, sendo importante levar em consideração os aspectos conceituais contemplados em cada representação, observando as limitações presentes em cada imagem.

O estudo de Garcia e Palacios (2006) faz uma abordagem de quais são as representações mais utilizadas pelos professores de química em sala de aula e também a frequência com que são propostas. As representações foram categorizadas quanto ao uso de textos, gráficos, diagramas e equações. Em suas conclusões, foi possível observar que as preferências por determinadas representações em detrimento de outras podem influenciar o que os alunos aprenderão, de modo que nem sempre eles têm contato com todas as representações existentes para um determinado conteúdo. Nesse sentido, recomenda-se que os professores utilizem uma variedade de representações em sala de aula para que seja ampliada a oportunidade de aprendizagem.

Otero e colaboradores (2002) fazem uma investigação acerca das imagens utilizadas em LDs de física. Os autores afirmam que poucos são os livros em que as imagens estão relacionadas inteiramente com os textos e os alunos precisam de ajuda para lerem as imagens presentes nessas obras. Assim, pode-se dizer, como Silva e colaboradores (2006), que o professor tem importante papel no processo de compreensão dos recursos visuais, uma vez que esses recursos, quando bem relacionados com o texto e bem explicados por este, podem favorecer a compreensão dos conteúdos estudados.

Compreendendo a imagem como uma ferramenta no ensino e se atentando para os diversos trabalhos que apontam o seu uso em sala de aula, é preciso entender qual é o papel da imagem no processo de aprendizagem de conteúdos químicos.

Para Sebata (2005), no âmbito científico, as imagens podem representar graficamente os fenômenos, muitas vezes, na tentativa de representar e explicar a realidade, portanto, sua função vai além do papel ilustrativo.

Diante dos trabalhos apresentados, considera-se que a exemplificação de processos químicos e fenômenos observáveis por meio de imagens podem contribuir para a compreensão dos conceitos químicos presentes nos textos.

Compreendendo a imagem como uma ferramenta no ensino e se atentando para os diversos trabalhos que apontam o seu uso em sala de aula, é preciso entender qual é o papel da imagem no processo de aprendizagem de conteúdos químicos.

Um *quali-signo* se relaciona a qualidade do signo, não atuando como um signo até que este se corporifique. Um *sin-signo* corresponde ao signo no seu aspecto singular, só podendo ser signo por meio de suas qualidades (*quali-signo*). Um *legi-signo* é todo signo convencional, do tipo geral, sendo uma lei.

A semiótica peirceana no estudo das imagens

Entendendo a importância das representações no ensino de química, apresenta-se aqui um estudo a partir da teoria semiótica, tendo como fundamentação a teoria de Charles S. Peirce, que foi um dos precursores da ciência dos signos. A partir dessa teoria, entende-se que um signo é uma coisa que representa outra coisa, o seu objeto. Sendo assim, o termo representar é considerado o processo de apresentação de um objeto a um intérprete ou a relação entre o signo e o objeto (Santaella; Nöth, 2012). Nesse contexto, Peirce (2010, p. 61) define representar como “estar em lugar de, isto é, estar numa tal relação com o outro que, para certos propósitos, é considerado por alguma mente como se fosse esse outro”.

Assim, um signo só existe se este puder representar ou substituir algo diferente dele, considerando que o signo não é o objeto (Almeida, 2011). Há, portanto, um modo de operação do signo, em que Joly (2008) aponta para o fato de que um signo mantém uma relação entre, pelo menos, três polos de um triângulo equilátero – a face perceptível do signo (fundamento), o que ele representa (objeto) e o que significa (interpretante). Essa triangulação representa a dinâmica de qualquer signo como processo semiótico.

Para Peirce (2010), os signos classificam-se em tricotomias, sendo que as mais gerais abordam as relações do signo consigo mesmo, com seu objeto e com seu interpretante. A primeira tricotomia aborda a relação do signo em si, por meio de uma qualidade, uma singularidade ou uma lei geral, chamados de *quali-signo*, *sin-signo* e *legi-signo*. A segunda tricotomia diz respeito à relação do signo com seu objeto, podendo o signo ser um *índice*, um *ícone* ou um *símbolo*. A terceira tricotomia relaciona o signo ao seu interpretante, podendo ser chamado de *rema*, *dicente* ou *argumento*.

Um *quali-signo* se relaciona a qualidade do signo, não atuando como um signo até que este se corporifique. Um *sin-signo* corresponde ao signo no seu aspecto singular, só podendo ser signo por meio de suas qualidades (*quali-signo*). Um *legi-signo* é todo signo convencional, do tipo geral, sendo uma lei.

A segunda tricotomia aponta que um *ícone* é um signo que se refere a um objeto, sendo que o *ícone* pode ser um substituto para qualquer coisa com a qual se assemelhe; um *índice* é um signo que se refere a um objeto sendo afetado por este; e um *símbolo* é um signo que se refere ao objeto num sentido de associação de ideias gerais, fazendo que este seja interpretado como se referindo ao objeto.

Em relação à terceira tricotomia, tem-se que um rema é um signo que, para o interpretante, é um signo de possibilidade, produzindo um efeito puramente qualitativo. Este só incorpora a informação do signo ao se relacionar com seu objeto, não gerando nenhum efeito energético ou lógico como será abordado posteriormente. Um dicente, no entanto, é um signo que, para o interpretante, tem existência real e incorpora significado. É considerado um guia em direção ao argumento. O argumento é um signo de lei, representando seu objeto em caráter de signo. Ele coordena a capacidade de produzir proposições e induções, gerando um efeito lógico (Peirce, 2010).

Um signo tem dois objetos e três interpretantes. Estes são: objetos imediato e dinâmico; interpretantes imediato, dinâmico e final. Considerando que um signo está sempre corporificado em alguma ‘coisa’, mesmo que esta seja sonhada, imaginada ou criada num pensamento abstrato, pode-se compreender que o signo é, ao mesmo tempo, “signo e coisa” (Santaella, 2005, p. 45).

Em relação aos objetos do signo, segundo Santaella (1983), há uma relação entre o objeto imediato e o dinâmico. A maneira como o objeto é representado externamente age no indivíduo como um objeto dinâmico. Para compreendê-lo, o intérprete deve estar familiarizado com o contexto em que o objeto está representado. Já o objeto imediato está relacionado à maneira como o objeto dinâmico se apresenta, ou seja, como ele é indicado e como é representado no próprio signo. Ele é interno ao signo e assim determina os limites do objeto dinâmico.

Quanto aos interpretantes do signo, sabe-se que estes se apresentam como imediato, dinâmico e final. O interpretante imediato está relacionado àquilo que o signo pode produzir numa mente, sem ainda ter encontrado um intérprete (seu potencial). O interpretante dinâmico se relaciona ao que o signo produz na mente de seu intérprete. Este está relacionado, assim como o objeto dinâmico, àquilo que está fora do signo, representando o efeito que ele produz na mente interpretadora (Santaella, 2005).

A relação entre o signo e o interpretante dinâmico (S-ID) caracteriza a transformação de uma possível representação (objeto dinâmico) numa representação efetiva, a qual pode ser emocional, energética ou lógica (Romanini, 2006). Um interpretante dinâmico tem um caráter inesgotável, pois este não se coloca apenas para uma mente interpretadora, sendo que, em uma mesma mente, pode produzir diversos efeitos. Assim, em cada mente, o mesmo signo pode produzir efeitos totalmente distintos.

Já o interpretante final, se fosse possível, ocorreria quando o signo fosse interpretado de maneira a produzir todos os interpretantes dinâmicos de maneira exaustiva. Entretanto, como nenhuma mente é capaz de interpretar todas as possibilidades de um signo, diz-se que o interpretante final está sempre em progresso. Como a autora afirma, “estamos sempre no meio do caminho da interpretação de todo e qualquer signo” (Santaella, 2005, p. 49). Cabe dizer que, mesmo nesse processo, os vários interpretantes dinâmicos que a mente

cria não são aleatórios, mas conduzem ao crescimento e aparecimento de leis e ordem.

Considerando que há várias possibilidades de interpretantes dinâmicos, Santaella (2005) afirma que existem nessa classe vários efeitos interpretativos que um signo pode produzir, os quais são chamados de interpretante emocional, energético e lógico. Um interpretante emocional está baseado em qualidades de sentimento que o signo produz no intérprete, sendo um signo de possibilidade qualitativa. Quando produz curiosidade em relação à proveniência dessas qualidades, é chamado de energético. Este se caracteriza por uma existência real. Ao ser guiado por um raciocínio lógico, sendo o pensamento característico de uma generalização, este é chamado de lógico. Esses tipos de interpretantes dinâmicos são relacionados à tricotomia que apresenta a relação do signo com seu interpretante, ou seja, um interpretante do tipo remático, dicente ou argumentativo, respectivamente aos tipos emocional, energético e lógico.

Considerando a relação S-ID abordadas anteriormente, há três possíveis correlações, as quais são resumidas abaixo:

- I. Interpretante emocional: qualidades de sentimento, possibilidade qualitativa (rema).
- II. Interpretante energético: relação de existência real (dicente).
- III. Interpretante lógico: raciocínio lógico, lei (argumento).

A partir dessas definições, de acordo com Santaella (2005, p. 44), a dinâmica de interpretação de um signo considera que

“(1) Um signo é alguma coisa, qualquer coisa. É um aspecto de uma coisa, (1.1 seu fundamento), selecionada por um intérprete como uma espécie de hipótese (1.3 seu interpretante), a fim de identificar algo além do signo ele mesmo (1.2 seu objeto).”

Essas relações apresentadas definem que um signo só pode ser interpretado se apresentar as relações abordadas nessas tricotomias. Assim, evidencia-se que cada intérprete poderá interpretar o signo de uma maneira particular e que os interpretantes gerados serão diferentes (relação S-ID).

Considerando os aspectos até aqui mencionados e diante da importância das imagens para o ensino de química, o objetivo deste trabalho foi apresentar um estudo sobre as imagens presentes nos LDs para o conteúdo de ligação iônica, considerando que os signos podem produzir diferentes efeitos interpretativos nas mentes interpretadoras (alunos). Portanto, considerando a familiaridade do intérprete com o objeto dinâmico em questão (ligação iônica), a pergunta que se buscou responder foi: qual interpretante dinâmico foi produzido na interpretação de uma imagem que apresenta o modelo que explica a ligação iônica? A partir da resposta, relaciona-se o interpretante gerado à terceira tricotomia apresentada anteriormente, a qual aponta a relação do signo com seu interpretante.

A escolha pelo conteúdo de ligações químicas justifica-se por este se tratar de um conteúdo de grande importância na química, sendo necessária sua compreensão para o

entendimento de outros conteúdos (Yayon, 2012). Além disso, é um conteúdo que, devido à sua natureza abstrata, deve utilizar-se de modelos para melhor compreendê-lo (Trindade, 2011; Fernandez; Marcondes, 2006).

Os estudantes, muitas vezes, apresentam dificuldades para diferenciar as propriedades das ligações químicas como, por exemplo, em relação à ligação iônica e covalente. As ligações iônicas, em alguns casos, são entendidas como unidirecionais, sujeitas ao mesmo comportamento das ligações covalentes. Há também uma confusão entre ligação covalente e forças inter e intramoleculares e também a relação de que os elétrons são compartilhados igualmente em uma ligação covalente (Fernandez; Marcondes, 2006; Bergqvist, 2013).

Alguns dos equívocos decorrem das concepções prévias necessárias para a compreensão do conteúdo de ligações químicas como, por exemplo, a não compreensão por parte do aluno do modelo atômico em que se fundamenta a explicação da ligação química.

Nesse sentido, as representações visuais apresentam importante papel para a compreensão desses modelos, visto que diminuem o grau de abstração necessário para o entendimento dos conceitos relacionados.

Metodologia

Esta pesquisa tem como base uma abordagem qualitativa, em que esta é entendida como a busca de interpretações sobre fenômenos complexos, sendo necessários a observação, o registro e a análise do fenômeno estudado, visando ao entendimento de sua complexidade (Flick, 2009).

Os alunos participantes frequentavam o 3º ano do ensino médio de uma escola estadual e o conteúdo já havia sido trabalhado pelo professor em sala de aula. Para a realização deste estudo, os alunos deveriam observar e descrever o que estavam compreendendo sobre a imagem que trata do conteúdo de ligação iônica. Essa imagem foi apresentada aos alunos por meio de um questionário, que pode ser caracterizado como um instrumento de investigação que busca informações a partir de uma série de questões que abrangem o tema de interesse do pesquisador (Strauss; Corbin, 2008). Os dados obtidos por meio desse estudo pode mostrar a compreensão dos alunos acerca do conteúdo em questão bem como revelar o grau de interpretação em que se encontram.

Essas respostas foram classificadas de acordo com o nível interpretativo evidenciado, observando que a interpretação de um signo possibilita a formação de diferentes interpretantes. Assim, as respostas foram classificadas como sendo os interpretantes dinâmicos gerados na interpretação da imagem

relacionada à ligação iônica, podendo ser emocional, energético ou lógico. De acordo com essa classificação, estas foram

relacionadas à terceira tricotomia, a qual aborda a relação do signo com seu interpretante (rema, dicente ou argumento). Essa classificação permite identificar o nível de compreensão do aluno acerca do conteúdo em questão, considerando que a imagem tem papel representativo para esse conteúdo.

Para realização do estudo, foi selecionada uma imagem que representa o modelo que explica a ligação iônica, contemplando a representação do retículo cristalino do cloreto de sódio, conforme apresentado na Figura 1. Na primeira etapa do estudo, os pesquisadores

fizeram um estudo da imagem buscando encontrar as relações sígnicas representadas, considerando a tríade fundamento-objeto-interpretante, o qual será apresentado a seguir. Esse estudo gerou um inventário, o qual foi utilizado para proceder com as análises das respostas dos alunos.

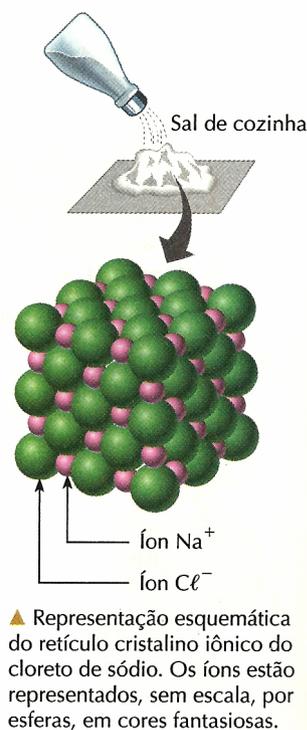


Figura 1: Representação do retículo cristalino do cloreto de sódio. Fonte: Peruzzo; Canto (2011).

Resultados e discussão

Essa atividade foi realizada por 53 alunos (28 da turma A e 25 da B) em duas aulas distintas. As respostas foram agrupadas em termos do interpretante gerado, os quais se classificam nas seguintes categorias: 1) Interpretante

emocional; 2) Interpretante energético; 3) Interpretante lógico; 4) Cópia (reprodução da legenda ou etiqueta presente na imagem); e 5) Sem resposta.

Para iniciar a atividade, foram propostas algumas questões direcionadoras, sendo estas:

a) Descreva o que você observa na imagem; b) Em termos químicos, a que se relaciona aquilo que está representado na imagem?; c) Qual o significado químico daquilo que está representado na imagem?

A partir dessas questões, os alunos descreveram suas observações e interpretaram a imagem, e algumas dessas respostas foram selecionadas para possíveis discussões neste trabalho.

Para classificação e análise das respostas obtidas, foram utilizadas as seguintes relações: (1) Interpretante dinâmico; (1.1) Interpretante emocional; (1.2) Interpretante energético; (1.3) Interpretante lógico; (1.3.1) Interpretante lógico elementar; (1.3.2) Interpretante lógico intermediário; e (1.3.3) Interpretante lógico avançado.

No processo de interpretação sgnica da imagem, para que um (1.1) interpretante emocional fosse gerado, a resposta do aluno deveria apresentar aspectos relacionados à qualidade daquilo que é representado, ou seja, formas, cores, tamanhos, aparência e organização. Por exemplo: a transparência do objeto, bolas rosas e verdes organizadas periodicamente.

Em relação ao interpretante gerado ser do tipo energético (1.2), a resposta deveria apresentar uma correlação entre a qualidade daquilo que é representado e o que essa qualidade representa como objeto, ou seja, a identificação dos constituintes químicos representados na imagem como, por exemplo, bolas rosas e verdes que representam os íons sódio e cloro.

No que se refere ao (1.3) interpretante lógico, a resposta tem como característica apresentar a compreensão de que existe uma relação na organização desses íons devido às cargas opostas que estes apresentam, levando em consideração as propriedades periódicas dos elementos envolvidos. Leva ao entendimento de que esses íons vão se atrair mutuamente e, de maneira alternada, alinhar-se-ão, formando o retículo cristalino iônico, característico da substância cloreto de sódio.

Considerando as respostas obtidas, nenhum interpretante gerado foi de caráter emocional (1.1), ou seja, há indícios de que os alunos possuem alguma familiaridade com o objeto dinâmico em questão, a qual Santaella (2005; 2008) chama de experiência colateral. Nesse sentido, Santaella (2005) aponta que o interpretante energético ou o lógico podem vir cedo demais, dependendo da intensidade dessa experiência. Considerando o objeto de estudo em questão, a imagem que representa a ligação iônica não é desconhecida para o aluno, sendo que este não fica apenas no plano da qualidade, porém possui conhecimentos anteriores necessários para uma possível compreensão do conteúdo representado.

A partir das 53 respostas obtidas e das classificações realizadas, verificou-se que a maioria classifica-se como (1.2) interpretante energético (68%), ou seja, há uma predominância nas respostas de características de identificação dos constituintes químicos representados na imagem.

A partir das 53 respostas obtidas e das classificações realizadas, verificou-se que a maioria classifica-se como (1.2) interpretante energético (68%), ou seja, há uma predominância nas respostas de características de identificação dos constituintes químicos representados na imagem. A Figura 2 apresenta a distribuição das respostas nas categorias utilizadas.

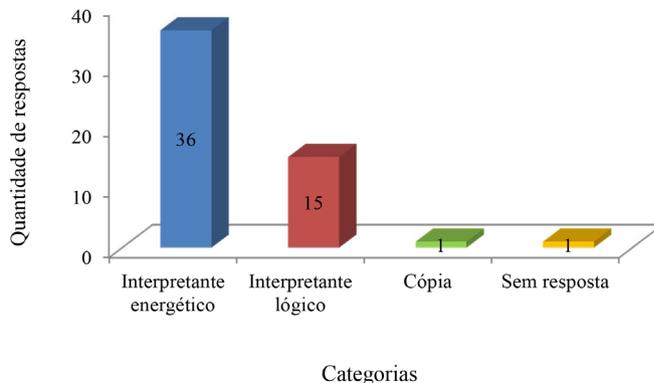


Figura 2: Distribuição das respostas analisadas a partir das categorias utilizadas.

Para exemplificar essa classificação, apresentam-se as seguintes respostas:

A16: tem sal de cozinha, íon Na^+ , íon Cl^- .

A19: contém íon (íon Na^+ é representado pela bolinha rosa e o íon Cl^- é representado pela bolinha verde).

Essas respostas apresentam uma correlação entre aquilo que é representado e o significado daquilo que representa. A resposta do aluno A19, por exemplo, menciona que o íon Na^+ é representado pela bolinha rosa e o íon Cl^- , bolinha verde. Observa-se a identificação dos constituintes químicos representados, porém a correlação realizada pelo estudante não gerou uma generalização conceitual, a qual seria representada por interpretantes lógicos (1.3). A relação fundamento-objeto identificada foi um sin-signo indicial, sendo evidenciada uma relação do signo com seu interpretante do tipo dicente, ou seja, um interpretante de signos reais.

Nesse momento, é importante destacar que, no processo interpretativo de um signo, não é possível avançar nas categorias sem que as primeiras estejam presentes, ou seja, mesmo que não seja notado na resposta do aluno o caráter remático, este faz parte da interpretação para que se alcance o interpretante do tipo dicente.

Em relação aos (1.3) interpretantes lógicos, tem-se 32% das respostas dos alunos nessa categoria, as quais são subdivididas em graus de interpretação, seguindo a seguinte relação:

(1.3.1) Interpretante lógico elementar; (1.3.2) Interpretante lógico intermediário; e (1.3.3) Interpretante lógico avançado. Essas classificações, dentro do interpretante lógico,

são necessárias devido aos diferentes níveis interpretativos identificados nas respostas.

É importante dizer que não se considerou o nível avançado como final, mas a resposta que mais se aproximou da representação para o conceito de ligação iônica de acordo com a literatura. Conforme afirma Santaella (2005), um interpretante final seria alcançado se alguma mente fosse capaz de produzir todos os interpretantes dinâmicos possíveis. Sendo isso algo não alcançável, considera-se o processo de semiose do signo sempre em progresso, o que significa que essa resposta para esse momento de aprendizagem foi considerada avançada. Além disso, é preciso saber que o processo de elaboração dessa resposta não é aleatório ou casual, mas há um padrão ordenado, uma direção de crescimento em que novos interpretantes são produzidos num processo evolutivo infinito.

A maioria das respostas que apresentaram interpretantes lógicos (1.3) possui grau de interpretação elementar. Essas respostas, como abordado anteriormente, apresentam características de lei, apresentando evidências da compreensão dos conceitos relacionados à formação da ligação iônica.

A maioria das respostas que apresentaram interpretantes lógicos (1.3) possui grau de interpretação elementar. Essas respostas, como abordado anteriormente, apresentam características de lei, apresentando evidências da compreensão dos conceitos relacionados à formação da ligação iônica.

A resposta do aluno B19 foi classificada como Interpretante lógico com grau de interpretação elementar, pois apresenta uma interpretação que considera que a imagem representa a atração entre íons para a formação da ligação ou a doação de elétrons.

B19: A imagem representa o sal, que contém Na (sódio) e Cl (cloro), formando o cloreto de sódio (NaCl). O íon Cl é negativo, pois possui ânions. Já o íon Na apresenta carga positiva, gerando cátions. Apresenta uma ligação iônica.

Observa-se que o aluno responde que “o íon Cl é negativo, pois possui ânions e o íon Na apresenta carga positiva, gerando cátions”, o que pode significar que o aluno não compreende o conceito relativo a íon. De acordo com Brown (2005), um átomo neutro, quando recebe ou doa elétrons, fica eletricamente carregado, formando uma partícula chamada íon, em que um íon com carga positiva é chamado de cátion e um íon com carga negativa é chamado de ânion.

Considerando que a interpretação de um signo ocorre por meio da tríade fundamento-objeto-interpretante (Peirce, 2010), evidencia-se que o aluno identifica, ao observar a imagem, cargas opostas como fundamento, as quais representam o seu objeto que se caracteriza pelos íons. O interpretante dinâmico gerado no aluno foi a identificação do tipo de ligação química representada na imagem, ou seja, uma ligação iônica. Essa relação classifica essa resposta como um interpretante elementar no critério de classificação utilizado.

O aluno B10 teve sua resposta classificada como Interpretante lógico com grau de interpretação intermediário. Essa classificação ocorreu devido ao fato de o aluno considerar em sua resposta a atração dos íons e também um

indício de compreensão de uma quantidade não limitada da estrutura cristalina representada.

B10: É uma representação iônica do cloreto de sódio (sal). Mostra a quantidade de íons que representa cada pequena quantia de sal. Tem seus íons positivos e negativos, assim se atraem, formando ligações.

A relação que o aluno apresenta traz indícios de que há compreensão de que o sal pode ser representado por várias células unitárias do NaCl, colocadas lado a lado e umas sobre as outras (Atkins; Jones, 2006) ao dizer que a imagem representa “a quantidade de íons que representa cada pequena quantia de sal”.

Pela tríade fundamento-objeto-interpretante, é possível considerar que o fundamento é caracterizado pela identificação da presença de ligação química, a qual possui como objeto a representação de células unitárias. A relação fundamento-objeto produz um interpretante dinâmico, o qual considera que o aglomerado de células unitárias forma o retículo cristalino característico de compostos iônicos.

As respostas classificadas como interpretantes lógicos em grau avançado apresentam generalizações dos conceitos relacionados à ligação iônica. O aluno B11

encontra-se nesse nível.

B11: É uma imagem que se relaciona com a química que fala sobre a composição do sal de cozinha ou cloreto de sódio (NaCl) que é formado pelo ânion Cl⁻ e pelo cátion Na⁺, pois para ficarem juntos e formarem a composição química do sal de cozinha, os sinais devem ser opostos para manter a atração e continuar fixa a composição do tempero. O Cl está na 7A e precisa ‘receber’ elétrons e o Na está na 1A e precisa perder um elétron para ficar estável. Então o Na doa e Cl ‘recebe’.

Em sua resposta, é possível observar que há o entendimento de que o sal de cozinha tem em sua composição íons de cargas opostas que se atraem para formar o composto, relacionando essa característica com as propriedades periódicas dos átomos em questão. O termo estabilidade é utilizado ao fazer referência à doação de um elétron do sódio para o cloro, relacionando à teoria do octeto. Essa resposta caracteriza um interpretante em avançado devido às características apresentadas acima, em que é possível verificar interpretação e compreensão da formação de uma ligação do tipo iônica.

Considerando, portanto, a relação triádica de interpretação de um signo, pode-se dizer que o fundamento deste é representado pelo composto iônico, o qual é caracterizado pela natureza dos elementos que formam os íons como, por exemplo, tendência de formar cátions ou ânions. O interpretante gerado apresenta a associação de que a formação do composto depende das propriedades dos elementos. Assim, é possível dizer que o interpretante gerado tem caráter de lei num aspecto argumentativo dessa tricotomia.

É possível evidenciar que, nas três classificações realizadas para os interpretantes lógicos gerados (elementar, intermediário e avançado), cada um se tornou o fundamento da classificação posterior, proporcionando a compreensão de que as respostas dos alunos possuíam diferentes níveis de interpretação, o que caminha de acordo com a classificação dos signos proposta por Peirce (2010).

Considerações finais

Após o estudo realizado, foi possível observar que as imagens têm importante função para a compreensão de conceitos químicos, principalmente os que são representados por modelos submicroscópicos.

As categorizações realizadas a partir das respostas dos alunos evidenciam que muitos não compreendem os conceitos básicos relacionados ao conteúdo em questão, em que a maioria dos alunos teve suas respostas classificadas em nível de Interpretantes energéticos, tendo a relação fundamento-objeto do tipo sin-signo indicial. Os classificados em Interpretante lógico estão, em sua maioria, no nível elementar, evidenciando que não compreenderam como se forma uma ligação do tipo iônica em sua explicação generalizada, porém estão a caminho dessa explicação.

Referências

ALMEIDA, L.M.W.; SILVA, K.A.; VERTUAN, R.E. Sobre a categorização dos signos na semiótica peirceana em atividades de modelagem matemática. *Revista Eletrônica de Investigación em Educación em Ciencias*, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2011.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERGQVIST, A.; DRECHSLER, M.; JONG, O.; RUNDGREN, S.C. Representations of chemical bonding models in school textbooks – help or hindrance for understanding? *Chemistry Education Research and Practice*, n. 14, p. 489-606, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. *PNLEM*, MEC/SEF, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12371:pnlem-apresentacao&catid=311:pnlem&Itemid=582. Acessado em: nov. 2013.

BROWN, T.L.; LEMAY, H.E. *Química - a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

ECHEVERRÍA, A.R.; MELLO, I.C.; GAUCHE, R. Livro didático: análise e utilização no ensino de química. In: MALDANER, O.A.; SANTOS, W.L.P. (Orgs.). *Ensino de química em foco*. Unijuí, 2011. p. 263-286.

FANARO, M.A.; OTERO, M.R.; GRECA, I.M. Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 2, 2005.

FERNANDEZ, C., MARCONDES, M.E.R. Conceção dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*, n. 24, 2006.

Compreender qual o tipo de interpretante foi gerado é importante para a identificação do nível de compreensão do conteúdo em que o aluno se encontra, sendo então possível uma intervenção do professor a partir das concepções levantadas. Considera-se, pois, importante que as imagens acompanhem o processo de ensino e aprendizagem em que os alunos devem ser educados a utilizá-las como um recurso facilitador e auxiliador da aprendizagem.

Notas

1. Os termos representações visuais, representações pictóricas e imagens são utilizados como sinônimos neste trabalho.

Karina Caixeta Scalco (karinascalco@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), é doutoranda em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da UNIFAL. Alfenas, MG – BR. **Márcia Regina Cordeiro** (marcia.unifal@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pela UFSCar, doutora em Ciências pelo Departamento de Química da UFSCar, é professora adjunta do Instituto de Química da UNIFAL. Alfenas, MG – BR. **Keila Bossolani Knihl** (keilaunifal@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pela USP, doutora em Ciências pelo Departamento de Química da UFSCar, é professora adjunta do Instituto de Química da UNIFAL. Alfenas, MG – BR.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Trad. J.E. Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GARCIA, J.J.G.; PALACIOS, F.J.P. Como usan los profesores de química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 247-259, 2006.

JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. 12. ed. Campinas: Papirus, 2008.

LEMES, A.F.G.; SOUZA, K.A.F.D.; CARDOSO, A.A. Representações para o processo de dissolução em livros didáticos de química: o caso do PNLEM. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 184-190, 2010.

MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P. Políticas e práticas de livros didáticos de química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987. In: ROSA, M.I.P.; ROSSI, A.V. (Orgs.). *Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomos, 2008. p. 85-103.

OTERO, M.R.; MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigaciones em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 2, p. 127-154, 2002.

OTERO, M.R.; GRECA, I.M.; SILVEIRA, F.L. Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar em física: um estudio comparativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 1, p. 1-30, 2003.

PEIRCE, C.S. *Semiótica*. 4. ed. Trad. José T. C. Neto. São Paulo: Perspectiva, 2010.

PERALES, F.J.; JIMÉNEZ, J.D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*. v. 2. São Paulo: Moderna, 2011.

ROMANINI, A.V. *Semiótica minuta: especulações sobre a gramática dos signos e da comunicação a partir da obra de Charles S. Peirce*. 2006. 246 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTAELLA, L. *A teoria geral dos signos: como as linguagens significam as coisas*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

_____. *Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual verbal, aplicações na hipermídia*. 3. ed. São Paulo: Iluminuras; FAPESP, 2005.

_____. *O que é a semiótica*. São Paulo: Brasiliense, 1983. Coleção Pequenos Passos.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. *Imagem: cognição, semiótica e mídia*. São Paulo: Iluminuras, 2012.

SEBATA, C.E.; SANDOS, W.L.P.; CARNEIRO, M.H.S. As imagens em textos didáticos de temas sociais em um livro didático de química: análise de seu papel pedagógico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. *Atas...*, 2005.

SILVA, H.C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, A.L.; CASSIANO, W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SILVA, J.C., MOTA, J.M.V., WARTHA, E.J. Inscrições químicas em livros didáticos de química: uma análise semiótica das representações sobre fases da matéria. *Revista de Ensino de Ciências*

e Matemática, v. 2, n. 1, p. 69-80, 2011.

SOUZA, K.A.F.D. *Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX*. 2012. 189 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRAUSS, A., CORBIN, J. *Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada*. 2. ed. Trad. Luciene de Oliveira da Rocha. Porto Alegre: Artmed, 2008.

YAYON, M.; NAAMAN, R.M.; FORTUS, D. Characterizing and representing student's conceptual knowledge of chemical bonding. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2012, 13, 248-267.

Para saber mais

BERGQVIST, A.; DRECHSLER, M.; JONG, O.; RUNDGREN, S.C. Representations of chemical bonding models in school textbooks – help or hindrance for understanding? *Chemistry Education Research and Practice*, n. 14, p. 489-606, 2013.

CALLONE, C.; TORRES, N. ¿Por qué las representaciones semióticas pueden ser obstáculos para la comprensión? Un estudio en el tema ácido-base. Didáctica de la Química, *Educación Química*, p. 288-297, 2013.

FERREIRA, C.R.; ARROIO, A. Visualizações no ensino de química: concepções de professores em formação inicial. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 199-208, 2013.

Abstract: *Representations present in textbooks: A study for the content of ionic bond from Peircean Semiotics.* Knowing the value of representations in the teaching of chemistry, this study was conducted in order to verify the importance of images for understanding the content of ionic bond. For achieving this, the study subjects were students of the third year of secondary education in a state school, who observed and interpreted an image of the content in question. Responses were classified according to the type of generated dynamic interpretant (Emotional, Energy, and Logic). From these ratings, we can understand how an image can influence the understanding of the content of ionic bond, checking how students use image to represent your knowledge.

Keywords: Peircean Semiotics, Images, Textbook.