

Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica

Renato S. Araújo, João M. S. Malheiro e Odete P. B. Teixeira

Este trabalho fundamenta-se em três ferramentas que atualmente constituem-se em uma linha de investigação profícua em educação em ciências, trata-se do uso de analogias, metáforas e modelos pedagógicos, sendo que nosso enfoque foi em aulas de química. Pesquisas apontam que a produção de figuras de linguagem e o emprego de modelos na discussão de conteúdos em química são formas de atrair a atenção dos alunos durante as aulas, tornando-as mais significativas. Busca-se, neste artigo, fazer uma análise das falas de um professor de química durante uma aula sobre isomeria óptica, em que são utilizados modelos moleculares para fazer algumas analogias/metáforas sobre os conceitos de simetria molecular e luz polarizada. Os resultados mostram que o emprego desses modelos, bem como o uso de figuras de linguagens (analogias e metáforas) denotam um grande potencial para os processos de ensino e aprendizagem em química, contudo precisam ser mais bem explorados e problematizados durante sua utilização.

► ensino de química, analogias e metáforas, modelos moleculares ◀

Recebido em 31/05/2012, aceito em 01/11/2013

As pesquisas em ensino de ciências chamam a atenção para a necessidade de uma contextualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula, como forma de tornar o processo de ensino e de aprendizagem desses assuntos mais significativos. Para isso, o uso de figuras de linguagem como analogias e metáforas, bem como a criação de modelos para representar algumas estruturas são, para muitos autores (Duit, 1991; Duarte, 2005; Ferraz; Terrazan, 2001; Bozelli, 2005; Bozelli; Nardi, 2004; Almeida; Silva; Carvalho, 2010), formas facilitadoras da aprendizagem que podem colaborar para se alcançar resultados esperados.

Por outro lado, deve-se estar atento para a maneira como são utilizados os recursos, pois como salientam Ferraz e Terrazan (2001), muitas vezes, o uso das analogias acaba sendo feito de modo inconsciente e automático, o que acaba engendrando associações indevidas, sendo que os professores muito raramente abrem espaços durante as aulas para que os alunos possam sugerir as suas próprias analogias. Dessa maneira, a utilização inadequada pode corroborar para a produção e o reforço de erros conceituais por parte dos alunos, pois apesar da contribuição na promoção de um entendimento conceitual daquilo que não é familiar, existe a necessidade de serem consideradas as suas limitações.

Para os professores de ciências, o uso de analogias e

metáforas serve como uma forma de tornar os conteúdos, muitas vezes considerados pelos alunos como muito técnicos ou abstratos, mais acessíveis e fáceis de compreender. Nessa perspectiva, os docentes partem de um alvo, que configura o conceito científico a ser abordado, utilizando um análogo, algo que seja familiar ao cotidiano dos discentes, para tentar explicá-lo de maneira mais simples e construtiva (Francisco Júnior, 2010).

Ainda de acordo com o autor citado acima, o uso de analogias pode prover muitas habilidades além do desenvolvimento conceitual. Além de caracterizá-la como ferramenta de ensino e aprendizagem, ele também discorre sobre o papel cognitivo e interacional que essa figura de linguagem pode desempenhar nas situações que envolvem as diversas práticas de sala de aula, salientando que interpretar um fenômeno a partir de uma analogia requer atitudes críticas de teste de hipóteses, seleção das semelhanças mais evidentes e a desconsideração de similitudes superficiais.

No ensino de química, além do uso da linguagem metafórica, evidencia-se também a utilização de modelos de escala ou icônicos¹ que buscam representar a ideia de átomos e moléculas, de maneira pedagógica, trazendo-os para o cotidiano dos alunos e permitindo que se aproximem mais desse universo que, em aulas expositivas de caráter

tradicional, tornam-se, na maioria das vezes, conceitos difíceis de serem entendidos.

Algumas pesquisas, como a de Almeida et al. (2010), mostraram que o trabalho com modelos moleculares em aulas de química orgânica possibilitou maior entendimento, por parte dos alunos do curso de licenciatura em química do 3º período do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, sobre os conceitos abordados pelo professor relativos ao assunto cadeias carbônicas. Segundo as autoras, por meio desse trabalho, os licenciados se sentiram mais seguros em trabalhar esses e outros conteúdos de química em turmas do ensino médio, pois a compreensão do assunto se tornou mais concreta.

Neste trabalho, tem-se como objetivo investigar que interações são estabelecidas entre os sujeitos a partir do uso de analogias, metáforas e o emprego dos modelos ou objetos pedagógicos que representaram as moléculas durante as aulas de isomeria óptica ministradas pelo professor.

O potencial e as dificuldades relacionados ao uso de figuras de linguagem em educação

Analogias e metáforas são usadas comumente no ensino para comunicar conceitos abstratos e novos, dado que as analogias permitem transferir o conhecimento de uma área para outra de maneira explícita, ao passo que as metáforas proporcionam os mesmos caminhos, só que de forma mais implícita. Geralmente, essas figuras de linguagem fazem comparações entre um domínio conceitual não familiar e um familiar, um observável e um não observável, um abstrato e um concreto, um desconhecido e um conhecido (Duit, 1991).

Em sua pesquisa, Duarte (2005) argumenta sobre a importância reconhecida à analogia na aprendizagem, elencando algumas potencialidades que proporciona ao aluno, bem como determinadas dificuldades e/ou problemas que se colocam na sua utilização.

Com relação às potencialidades, argumenta que: (i) levam à ativação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões; (ii) tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, podendo promover o interesse dos alunos; e (iii) constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceitual.

Sobre algumas dificuldades ou problemas associados a essa ferramenta, aponta que: (i) a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; (ii) pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; e (iii) a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade.

No mesmo artigo, Duarte (2005) explicita alguns desafios para a investigação no sentido de fazer com que a utilização das analogias possa atingir objetivos educacionais mais

especificamente ligados à aprendizagem dos alunos em ciências, dentre eles: investigar a capacidade de alunos, de níveis de escolaridade básica, na produção de analogias; pesquisar que fatores contextuais podem favorecer ou impedir a utilização bem-sucedida de uma analogia e analisar como os professores utilizam as analogias presentes nos livros de texto.

O uso de modelos moleculares como instrumento pedagógico no ensino de química

Além da utilização da linguagem figurativa no ensino de ciências, faz-se necessário destacar aqui também outro tipo de recurso metodológico/pedagógico fundamental para o ensino/aprendizado em química, que é o uso de modelos moleculares.



Figura 1: Modelo de pinos e bolas usado durante a aula.

Para Rios (1986), um modelo é uma representação ou interpretação simplificada da realidade ou uma interpretação de um fragmento de um sistema segundo uma estrutura de conceitos. Um modelo apresenta apenas uma visão ou cenário de um fragmento do todo. Normalmente, para estudar um determinado fenômeno complexo, criam-se vários tipos de modelos. Na Teoria de Modelos, este é uma estrutura composta por um conjunto universo e por constantes, relações e funções definidas dentro destes.

Como estratégia de ensino, determinados trabalhos (Francisco Júnior, 2010; Lima; Lima-Neto, 1999) apontam que atividades pedagógicas que envolvam modelos podem promover a participação ativa e a interação social entre estudantes e professores, favorecendo o envolvimento cognitivo e a construção mental de aspectos teóricos representados pelo modelo.

Em química orgânica, o estudo de cadeias carbônicas, que serve de base para outros assuntos como, por exemplo, a isomeria, representa enormes dificuldades para aprendizagem dos alunos, pois, segundo Almeida et al. (2010), grande parte dos professores, ao trabalhar esse conteúdo, simplesmente o expõe na lousa, utilizando explicações muito técnicas, sem fazer nenhuma conexão daquilo que está tentando explicar com algo que os discentes possam ter em sua estrutura cognitiva.

Ainda segundo as autoras, os alunos, de uma maneira geral, demonstram dificuldades em aprender química nos diversos níveis de ensino, porque não percebem o significado ou a importância do que estudam.

Desenvolvimento da pesquisa

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa podem ser considerados de natureza qualitativa e fundamentam-se nos pressupostos de Bogdan e Biklen (1994). Com base no que sugerem esses autores, tivemos contato direto com o ambiente a ser estudado; procuramos observar todo o processo, constituindo o material empírico por meio de videogravação e posterior transcrição dos dados obtidos, buscando levantar o significado das dinâmicas dos pesquisados.

A pesquisa foi realizada no dia 16 de setembro de 2011 em uma escola pública da cidade de Capitão Poço (PA) em uma turma do 3º ano do ensino médio. Os sujeitos pesquisados foram um professor de química (que permitiu que fossem feitos os registros em suas três aulas) e os 21 alunos que participaram destas. Nosso propósito foi acompanhar a interação entre os alunos e o professor durante uma aula de química, principalmente no que diz respeito aos momentos em que o docente utilizou analogias em sua fala e apresentou alguns modelos pedagógicos que representaram algumas moléculas trabalhadas durante a apresentação do conteúdo.

Para substanciar os objetivos desta pesquisa, foram separados os momentos da gravação em que o professor utiliza algumas comparações (analogias e metáforas) em sua fala, bem como os momentos em que o docente usa os modelos pedagógicos que representaram algumas moléculas espaciais durante a aula. Nesse trabalho, durante as transcrições, adotamos o prefixo (Prof.) para a fala do professor, (A₁, A₂, A₃,...) para as falas dos alunos na ordem em que se

envolvem na interação dialógica e Alunos quando a classe em geral participa dos diálogos.

Análise e discussão dos resultados

O assunto abordado durante a aula foi isomeria óptica. Esse conteúdo faz parte de uma unidade da ementa curricular de química para o 3º ano do ensino médio, dentro da área de química orgânica chamada isomeria, que contempla dois outros assuntos: isomeria plana e isomeria geométrica (cis/trans e E/Z).

Decidimos separar os trechos da aula em três episódios. O primeiro se refere à revisão do assunto em que o docente relembra conceitos abordados em outras aulas por meio de analogias e metáforas. O segundo é o momento em que o professor usa analogias ao abordar o conceito de luz polarizada e apresenta à turma os modelos moleculares. O terceiro retrata o momento em que o docente utiliza os modelos, empregando metáforas para trabalhar os conceitos de simetria e assimetria molecular.

Os trechos das transcrições abaixo mostram, a partir da revisão feita pelo professor, que em aulas anteriores este já havia utilizado algumas analogias como em “*lembram que a gente usou uma folha de papel para comparar? As fórmulas são planas como o papel, então dá para diferenciar as fórmulas umas das outras simplesmente escrevendo-as no papel. Lembram?*”. Entendemos que se trata de uma analogia, pois o docente compara explicitamente o alvo (fórmulas planas) com um análogo (folha de papel). No início da aula, os alunos parecem tímidos, o que fica claro quando o professor pergunta se eles se lembram do que haviam estudado e estes apenas gesticulam com a cabeça sinalizando que sim.

Tomando-se por base a definição analógica de Duit (1991, p. 651) – “a analogia compara explicitamente as estruturas de

Episódio 1: Revisão sobre os temas isomeria plana e isomeria geométrica (cis/trans e E/Z) trabalhados em aulas anteriores pelo professor.	
Turno	Discursos
1	Prof.: Muito bem, então isomeria é um fenômeno onde os compostos têm a mesma fórmula molecular, porém fórmulas estruturais diferentes, ou seja, suas estruturas são diferentes. Então a gente já estudou basicamente três tipos de isomeria, não foi isso? Estudamos a isomeria plana onde a gente viu que a diferença entre as fórmulas é dada pela cadeia, pela posição de radicais, pela posição de heteroátomos, a diferença pode estar na função e aí gente viu os vários tipos de isomeria plana. Por que é chamada de isomeria plana? Lembram que a gente usou uma folha de papel para comparar? As fórmulas são planas como o papel, então dá pra diferenciar as fórmulas umas das outras simplesmente escrevendo-as no papel. Lembram?
2	Alunos: (Os alunos fazem um gesto com a cabeça para cima e para baixo sinalizando que sim). Prof.: Depois, a gente passou a estudar isomeria espacial. Aí vimos o caso da isomeria cis/trans. Lembram que eu até usei a caixinha de giz que era uma molécula com dupla ligação e o apagador sendo os radicais iguais para cima e para baixo? Então, o que quer dizer o cis e o trans?
3	A₁: Bom, pelo que o senhor acabou de colocar aí, eh... eu estava até me lembrando aqui que, quando o senhor disse isso na aula passada, eu não tinha entendido bem essa questão de... da... da dupla ligação, que é tipo um plano que separa os radicais e tal, mas agora o senhor falando de novo aí do exemplo da caixinha de giz... agora melhorou! Prof.: Ok! Alguém mais quer falar alguma coisa? A₂: Professor! (O aluno levanta a mão pedindo a palavra ao professor).
4	Prof.: Pode falar. A₂: No caso da folha de papel, elas são chamadas de planas porque a gente pode escrevê-las nessa folha, é? Prof.: É... não só por isso, é que realmente elas são um plano assim como o papel, mas é isso aí mesmo! Você está certa!

dois domínios; indica identidade de partes das estruturas” –, verificamos que de fato o docente conseguiu estabelecer certa relação de paralelismo entre o alvo e o análogo. Essa ideia é apoiada por Pádua (2003), quando afirma que a analogia consiste no paralelismo entre as situações que representam o domínio-alvo e o domínio-análogo, identificando-se as características de ambos. Isso fica evidenciado quando o professor descreve a característica do alvo, já fazendo uma associação com o análogo “as fórmulas são planas como o papel”.

Contudo, verificamos que a indagação de A2 no turno 4 revela sua dúvida com relação à analogia utilizada pelo professor, buscando maiores esclarecimentos. No entanto, não obtém uma resposta mais explicativa ou significativa, o que, a nosso ver, acaba contribuindo para a não compreensão dos limites da comparação estabelecida entre uma fórmula química plana e uma folha de papel.

Em outro trecho das falas (turno 2), verificamos o emprego de uma metáfora quando o professor argumenta: “*Depois a gente passou a estudar isomeria espacial. Aí vimos o caso da isomeria cis/trans, né? Lembram que eu até usei a caixinha de giz que era uma molécula com dupla ligação e o apagador sendo os radicais iguais para cima e para baixo?*”

Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) consideram a metáfora como uma analogia condensada, obtida pela fusão entre o alvo e o análogo. Frequentemente, os termos analogia e metáfora são considerados sinônimos, mas é importante entender que a metáfora é mais sintética, subjetiva e implícita, e a analogia é mais sistemática, complexa, explícita e menos subjetiva. É difícil diferenciar o significado de cada termo, mas se faz necessário para não haver confusões no momento de se explicar um determinado assunto. Metáforas são dificilmente citadas, enquanto analogias são mais exploradas, podem ser mais bem elaboradas e atingir um objetivo diferente.

Quando o professor diz que “*a caixinha de giz é uma molécula com dupla ligação e o apagador sendo os radicais iguais*”, ele está utilizando uma metáfora, pois está afirmando que a caixa é uma molécula e que o apagador é um radical orgânico, ou seja, um átomo ou grupo de átomos que obviamente não se parecem em nada com um apagador ou com uma caixinha de giz. Essa afirmação exige, de quem a recebe, a habilidade de identificar que se trata de uma metáfora, caso contrário, pensar-se-á que as moléculas realmente são como

caixinhas de giz e que os radicais orgânicos assemelham-se a apagadores de quadro branco.

Parece que, à medida que o professor vai utilizando analogias e metáforas em sua revisão, os alunos vão se sentindo mais à vontade para participar da aula. De fato, percebemos isso quando o docente insiste em perguntar à turma sobre os conceitos abordados dentro do assunto, e os discentes passam a colaborar mais efetivamente como podemos observar nos turnos 3 e 4.

Thiele e Treagust (1994) fizeram algumas análises das analogias utilizadas, em aulas, por quatro professores de química, durante uma longa investigação abrangendo por volta de 43 aulas, nas quais se constatou o emprego de 45 analogias. Entre as principais questões levantadas pelos autores, estavam a causa da escolha dessas figuras no ensino de química e a origem desse material. Em resposta à primeira questão, destacou-se o emprego desse recurso a partir da percepção de que os alunos não compreendiam a explanação inicial, dessa forma, mostravam-se pouco participativos. Quanto à segunda questão, os autores concluíram que a utilização das analogias ocorreu de forma espontânea, intuindo-se planejamento anterior, as quais faziam parte de um repertório mental em momentos de estímulo à necessidade de resposta a algumas questões por parte da turma.

Após fazer a revisão com os alunos sobre as aulas anteriores, o professor decide entrar na última parte do assunto chamado isomeria óptica. No decurso da aula, o docente aborda alguns conceitos relativos à luz polarizada, utilizando em sua exposição algumas analogias e apresentando à turma os modelos moleculares feitos de pinos de metal e bolas de borracha que havia confeccionado previamente. Vejamos os trechos da aula em que isso acontece:

Ao abordar o conceito de luz polarizada, o professor utiliza duas analogias seguidas: “Então, o laser é como se fosse a luz polarizada” e “Então, é como se a luz polarizada fosse um filete de água”. Primeiro compara a luz polarizada (alvo) com o laser (análogo) e em seguida usa outro análogo (filete de água) para caracterizar o mesmo alvo. O docente parece trabalhar com as analogias sem se preocupar muito com o entendimento dos alunos. Para ele, é como se os alunos já estivessem familiarizados com os análogos a ponto de este se sentir à vontade para tratar do assunto de modo mais seguro e espontâneo.

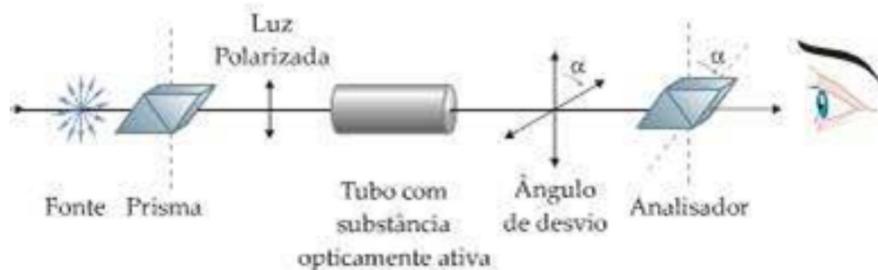


Figura 2: Analogia entre o modelo contido na apostila dos alunos para a explicação do conceito de luz polarizada (alvo) e o exemplo de laser usado pelo professor (análogo).

Episódio 2: O conceito de luz polarizada e a apresentação dos modelos moleculares à turma.	
Turno	Discursos
1	Prof.: Por exemplo, você chegou, a sala estava toda escura, acendeu a lâmpada... Essa luz vai o quê? Iluminar todo o ambiente né verdade? Por quê? Porque os feixes de luz se espalham para todos os lados da sala. Então você consegue ver a sala iluminada. Seria diferente de você entrar na sala escura e acender um laser, por exemplo, essa sala ela vai ficar totalmente clara? Alunos: Não.
2	Prof.: O que você vai ver? Somente um feixe de luz produzido pelo laser. Então o laser é como se fosse a luz polarizada. Então é aquela luz que vibra só em uma direção, ela não vibra em várias direções. Então é como se a luz polarizada fosse um filete de água. Portanto, é essa luz que nós vamos usar nos nossos experimentos pra diferenciar uma molécula da outra. Então, gente, eu criei aqui alguns modelos moleculares para gente tentar entender melhor esses conceitos. Então aqui nesses modelos moleculares a gente pode adotar alguns critérios, por exemplo, as bolas pretas elas vão representar pra nós o átomo de carbono. Essas bolinhas brancas vão representar para nós os átomos de hidrogênio, está certo? Essa bola verde aqui, nesta molécula, vai representar um átomo de bromo, digamos assim, e a laranja aqui a gente pode dizer que é cloro. Então é uma maneira bem simples de a gente ter uma noção de como é essa molécula. Os pinos, esses ferrinhos que tão ligando cada bolinha vão representar para nós o quê? A₅: As ligações, né, professor?
3	Prof.: Muito bem! São ligações químicas entre os átomos. Então o modelo é uma representação perfeita daquilo que a gente estuda teoricamente na sala de aula, obedecendo todos os critérios. Bom, então, eu tenho aqui duas moléculas e se vocês observarem... Vocês veem alguma diferença entre elas? Vou até passar aqui para vocês verem (o professor passeia pela sala levando os modelos para que todos os alunos possam vê-los). Alunos: Não. A₁: São iguais, né, professor? A₆: Iguais. A₇: Cadê? É, são iguais.
4	Prof.: Aparentemente são iguais, né? Mas a gente vai ver que não são. Bom, já entendemos o conceito de luz polarizada. Então a luz polarizada vem (o professor faz um gesto com uma das mãos como se fosse um feixe de luz) bate nessa molécula e desvia para um lado, que os cientistas adotaram como sendo o lado direito... E aí eles pegam outra molécula (o professor pega o outro modelo), semelhante fisicamente, e fazem a mesma experiência e percebem que quando essa luz polarizada incide nesta molécula sofre um desvio, mas para o lado contrário do que aquela havia desviado anteriormente. Então aquela molécula desvia a luz polarizada para a direita, já esta daqui faz a mesma coisa, só que para... Alunos: À esquerda.

Alguns estudos, como o de Bozelli (2005), Bozelli e Nardi (2006) e Terrazzan et al., (2005), identificam a utilização espontânea de analogias em salas de aula, em livros didáticos e em artigos de divulgação científica, predominantemente como elemento enfático de relato com vistas à explicitação das relações entre conceitos físicos por meio de uma linguagem comum e sem os embasamentos teóricos necessários. Apesar dessa constatação, pudemos observar, também nesses estudos, alguns resultados que sugeriram maior interação dos alunos com relação aos conteúdos trabalhados, o que pôde ser desdobrado em nossa pesquisa.

Pode-se destacar também, nesse campo de estudos, o trabalho de Tierney (1988), o qual, observando quatro professores de estudos sociais durante 20 aulas, identificou as comparações que se realizavam, ressaltando, nesse trabalho, a não preocupação de como os alunos interpretam as comparações, pois pressupõem que estes já estavam familiarizados com o domínio análogo e que poderiam usar metáforas, analogias e similares sem qualquer orientação.

Embora alguns trabalhos, como o de Andrade et al., (2002), critiquem o uso não sistemático de analogias e metáforas, por acreditarem que os conhecimentos subjetivos entravam o conhecimento objetivo, outros, como o de Cachapuz (1989), mostram-se bem mais flexíveis, inclusive concorda que a linguagem das ciências tem suas próprias

características e regras com a predominância de definições e de um modo impessoal, afirmando que, na sala de aula, o uso de analogias e metáforas é de grande valor para a construção de conhecimentos com foco na comunicação entre professor e aluno.

Corroboramos do pensamento dos autores, no sentido de que analogias e metáforas podem funcionar positivamente, desde que empregadas de maneira sistematizadas, como ferramentas de transposição didática, podendo, entre outros fatores, tornar a linguagem da ciência mais acessível aos alunos, fazendo com que possam, a partir de sua utilização, adquirir um raciocínio abstrato mais efetivo e engendrando maiores possibilidades aos professores nas situações de ensino e de aprendizagem em sala de aula.

Com relação ao emprego dos modelos moleculares com a finalidade de tentar favorecer o envolvimento cognitivo e a construção mental da ideia de moléculas por parte dos alunos, acreditamos, com base nos discursos proferidos pelos sujeitos, que estes se sentiram bem mais à vontade para participar da aula após sua amostragem, como podemos observar em: “**Prof.:** Os pinos, esses ferrinhos que estão ligando cada bolinha, eles vão representar para nós o quê? **A₅:** As ligações, né, professor?” e “**Prof.:** Vocês veem alguma diferença entre elas? **Alunos:** Não. **A₁:** São iguais, né, professor? **A₆:** Iguais. **A₇:** Cadê? É são iguais”.

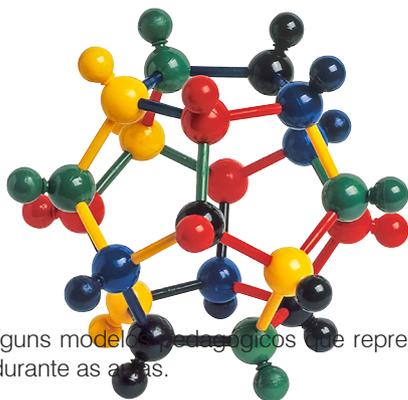


Figura 3: Alguns modelos pedagógicos que representam as moléculas durante as aulas.

Contudo, acreditamos que um cuidado maior deve ser empreendido quando é trabalhado esse tipo de recurso pedagógico em situações que envolvem o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, a fim de que afirmações do tipo “o modelo é uma representação perfeita daquilo que a gente estuda teoricamente na sala de aula, obedecendo todos os critérios” possam ser mais bem discutidas, haja vista que o modelo pedagógico sugerido não é uma representação perfeita das moléculas químicas em estudo, pois há uma grande diferença entre pinos de metal com bolas de borracha e ligações químicas entre átomos.

6



O primeiro químico que separou um par de isômeros ópticos denominados de enantiômeros foi Louis Pasteur em 1846. Ele isolou os enantiômeros do sal tartarato de sódio e amônio por catação.

Figura 4: Louis Pasteur (1822-1895).

Quando o professor diz “eu vou colocar essa molécula aqui e a minha mão vai ser um espelho e essa outra molécula aqui vai ser como a imagem”, entendemos que ele usou uma metáfora, pois atribuiu à sua mão características implícitas de um espelho que nós sabemos que não existe nessa parte

do corpo como, por exemplo, a capacidade de refletir imagens. Esses erros conceituais são, segundo Rigolon (2008), possíveis e inerentes às metáforas, fato que, de acordo com o autor, pressupõe a subjetividade dessa figura de linguagem.

Com relação ao uso dos modelos moleculares para explicar os conceitos de simetria e assimetria, o que se pode perceber é que o docente utiliza-os como se fossem modelos analógicos, em vez de modelos de escala ou icônicos. Isso é evidenciado no momento em que ele argumenta: “Bom, então, com as moléculas, pessoal, vai acontecer algo semelhante. Eu vou colocar essa molécula aqui... e essa outra molécula aqui vai ser como a imagem”. Nota-se o uso do modelo como sendo a própria analogia e, pelo fato de os alunos estarem vendo o professor manipulá-los, parecem entender o que de fato este pretende repassar, como fica registrado em “**Prof.:** Então, se eu pegar a imagem e colocar sobre o objeto, o que vai acontecer? **A₁:** Eles não vão se encaixar”.

Contudo, apontamos que em situações como a que pesquisamos, uma explicitação mais elaborada, que procure revelar que na verdade o que está sendo mostrado não são as moléculas, mas uma tentativa pedagógica de representá-las didaticamente, seria mais condizente em momentos de interação discursiva em sala de aula. Como já salientado por Gonzáles (2002), os modelos de escala ou icônicos são representações de objetos materiais como: protótipos, maquetes etc. Já os modelos analógicos são propostas representativas. É uma construção dotada de uma estrutura coerente e enlaça alguns conhecimentos por meio de um esquema de relações com características similares dessa representação.

Nesse sentido, Rigolon (2008) argumenta que o termo modelo é utilizado toda vez que algo pode ser explicado com outros fenômenos ou conceitos. Ainda segundo o autor, os modelos analógicos seriam as próprias analogias, não havendo então distinção entre analogia e modelo. No entanto, diz que não devemos, em virtude disso, chamar as analogias livremente de modelos e vice-versa, pois apenas nesse último caso as duas denominações são sinônimas. É relevante ainda considerar as analogias como comparações e os modelos como representações para que não haja ambiguidades.

Considerações finais

O que se pode observar a partir dos dados obtidos com a pesquisa é que tanto a utilização das figuras de linguagem

Episódio 3: Os conceitos de simetria e assimetria molecular.	
Turno	Discursos
1	Prof.: Então, objeto e imagem não se sobrepõem, né, verdade? Bom, então com as moléculas, pessoal, vai acontecer algo semelhante.
2	Prof.: Eu vou colocar essa molécula aqui e a minha mão vai ser um espelho (o professor coloca a mão na frente do modelo como se ela fosse um espelho) e essa outra molécula aqui vai ser como a imagem. Então, se eu pegar a imagem e colocar sobre o objeto, o que vai acontecer?
3	A₁: Eles não vão se encaixar.
4	Prof.: Muito bem, e isso se deve ao fato de essa molécula possuir um carbono que se liga a quatro estruturas diferentes, chamado de carbono assimétrico ou quiral.

(analogias e metáforas) quanto dos modelos pedagógicos, durante as aulas, poderiam ter sido mais bem explorados. Contudo, entendemos que o uso desses recursos pelo docente, em determinados momentos de sua verbalização, foi um fator contributivo para interação deste com a classe, ainda que não fosse permitido afirmar o grau e o papel verdadeira e significativamente assumidos para a aprendizagem dos alunos.

Tal fato pode ser atribuído à ausência de maiores esclarecimentos no decorrer da interação dialógica ocorrida na sala de aula, bem como da ausência de problematização desses aspectos durante a explanação dos conteúdos.

Ao usar analogias em sua aula, pode-se dizer que o professor demonstrou estar atento aos possíveis análogos que poderia utilizar, mas, para um assunto um tanto complexo como isomeria óptica, poderia ter aprofundado um pouco mais as similaridades e, acima de tudo, ter discutido ou problematizado mais incessantemente as diferenças existentes entre esses análogos e os alvos que pretendia explicar a sua turma.

De acordo com os estudos de Thiele e Treagust (1994), as analogias produzidas pelos professores fazem parte de um repertório mental, utilizadas em momentos de estímulo aos estudantes quando estes precisam responder a algumas questões. Dessa forma, essas figuras originam-se das experiências próprias ou das leituras realizadas pelos professores.

No entanto, autores como Duarte (2005) chamam a atenção para o uso sistematizado das analogias em situações de ensino e aprendizagem, pois, segundo ela, caso não sejam feitas as devidas explorações, a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia.

Nesse aspecto, os resultados deste trabalho corroboram o que outras pesquisas como, por exemplo, a de Bozelli e Nardi (2012), evidenciaram em outras situações envolvendo

a interação discursiva em sala de aula, e também o fato de que se fazem necessárias maiores discussões sobre o uso de analogias nas situações que envolvem o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Assim como os autores, também acreditamos que sua função, suas utilidades, suas vantagens e desvantagens, bem como formas de exploração mais efetivas precisam ser estudadas com maior aprofundamento.

À guisa de conclusão, acreditamos que o principal aspecto a ser salientado é que o professor, ao utilizar estratégias didáticas envolvendo analogias, metáforas e modelos, precisa estar consciente dos limites e das possibilidades que esses recursos propiciam. Além disso, é importante que esteja atento e aberto a conflitos, dúvidas, imprevistos e desafios que poderão surgir no percurso das atividades que serão desenvolvidas na sala de aula e saber lidar com elas, tendo em vista que envolverá e implicará em uma mudança metodológica.

Nota

De acordo com Gonzáles (2002), são modelos pedagógicos que buscam representar objetos materiais como protótipos, maquetes, bonecos, órgãos de plástico na medicina e o modelo atômico na química.

Renato Silva Araújo (rsaraujo@ufpa.br), licenciado em Química (UEPA), mestre em Ensino de Ciências e Matemáticas (UFPA), é professor da rede pública estadual de ensino do Pará. Belém, PA – BR. **João Manoel da Silva Malheiro** (joomalheiro@ufpa.br), licenciado em Biologia (UFPA), mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (UFPA), doutorado em Educação para a Ciência (UNESP), é docente da Faculdade de Pedagogia e do PPGECM/UFPA. Belém, PA – BR. **Odete Pacubi Baierl Teixeira** (opbt@terra.com.br), bacharel e licenciada em Física (Mackenzie), mestrado em Ensino de Ciências (USP), doutorado em Educação (USP), membro de corpo editorial da Ciência e Educação (UNESP), atualmente é docente do Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência - UNESP/Bauru. Bauru, SP – BR.

Referências

ALMEIDA, A.C.B.; SILVA, N.C.; CARVALHO, W.C. (2010). Utilização de modelos moleculares versáteis de baixo custo na representação tridimensional das cadeias carbônicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010. *Anais...* Brasília, 2010.

ANDRADE, B.L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. 2 (2), 1-11. Disponível em: <http://www.cecimig.fae.ufmg.br/wp-content/uploads/2007/12/beatrice.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2012.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BOZELLI, F.C. *Analogias e metáforas no ensino de física: o discurso do professor e o discurso do aluno*. 2005, 234f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2005.

BOZELLI, F.C.; NARDI, R. Analogias e metáforas no ensino

de física: o discurso do professor e o discurso do aluno. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004. Jaboticatubas. *Atas...* Jaboticatubas: UFMG, 2004.

_____. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n. 3, p. 77-100, 2006.

_____. Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de física. *Investigações em Ensino de Ciências* – v. 17(1), p. 81-107, 2012.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. *Revista Portuguesa de Educação*. Braga: OEI, 2(3), 117-129, 1989.

DUARTE, M.C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID121/v10_n1_a2005.pdf. Acesso em: 10 dez. 2011.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672, 1991.

FERRAZ, D.F.; TERRAZZAN, E.A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio.

Revista da ABRAPEC. 1(3), 124-135, 2001.

FRANCISCO JÚNIOR, W.E. *Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências*. São Carlos: Pedro & João, 2010.

GODOY, L.A. Sobre a estrutura de las analogías en Ciencias. *Interciencia*, 27(8), 422-429, 2002.

GONZÁLEZ, B.M.G. *Las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza*. 2002. 650 f. Tese (Doutorado em Didática das Ciências Experimentais). Universidad de La Laguna, La Laguna, 2002.

HARRISSON, A.G.; TREGUST, D.F. Teaching with analogies: a case study in grade 10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307, 1993.

LIMA, M.B.; LIMA-NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. *Química Nova*. 22(6), nov./dez. 903-906, 1999.

PÁDUA, I.C.A. Construindo uma prática docente mais significativa: o uso de analogias e metáforas como instrumentos de contextualização do saber. In: SIMPÓSIO ANPAE SUDESTE, 4, 2003. *Atas...* Belo Horizonte: UFMG, 2003.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. *Tratado da argumentação: a nova retórica*. Trad. Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

RIGOLON, R.G. *O conceito e o uso de analogias como recurso didático por licenciandos de biologia*. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências e o Ensino de Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

RIOS, J.L.P. Modelos matemáticos em hidráulica e no meio ambiente. In: SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO SOBRE SIMULAÇÃO E MODELAÇÃO EM HIDRÁULICA. *Anais...* Lisboa: APRH-LNEC, 1996.

TERRAZZAN, E.A.; PIMENTEL, N.L.; SILVA, L.L.; BUSKE, R.; AMORIM, M.A.L. Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de física, química e biologia. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 2005.

THIELE, R.; TREGUST, D.F. An interpretive examination of high school chemistry teachers analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242, 1994.

TIERNEY, D.S. How teachers explain things: metaphoric representation of social studies concepts. In: *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1998.

Para saber mais

DAGHER, Z. O caso das analogias no ensino da ciência para a compreensão. In: MINTZES, J.J.; WANDERSEE, J.H.; NOVAK, J.D. (Eds.). *Ensinando ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano, 2000. p. 180-193.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242, 2001.

Abstract: *An analysis of analogies and metaphors used by a professor of chemistry during a class optic isomerism.* This paper is based on three tools that constitute an investigation in the Science education. It involves teaching and learning process linked with the use of analogies and metaphors focused on Chemistry classes. Researches point out that a production of languages images and the use of models of discussion patterns about abstract concepts of Chemistry are ways of attracting students' attention during the classes, turning these classes more significant to the audience. Fetch' this paper to make an analysis of the Chemistry teacher speech during a class about Optical Isomeric which the teacher uses molecular models in order to do analogies and metaphors about the concepts of molecular symmetry and polarized light. The results show that the use of these models, as well as the use of figures of languages (analogies and metaphors), show great potential for the processes of teaching and learning in chemistry, but need to be better explored and problematized during use.

Keywords: Chemistry teaching. Analogies and metaphors. Molecular models.