

Concepções de Analogias no Ensino de Ciências

Moisés da Silva Lara¹ (PG)*, Jackson Góis¹ (PQ) moiseslara2004@yahoo.fr

1 – PPGECM-UFPR – Centro Politécnico s/nº, CEP: 81.531-980 – CURITIBA-PR

Palavras-Chave: Analogias, Modelos, Metáforas

RESUMO:

As analogias são utilizadas tanto em situações corriqueiras da vida humana quanto na compreensão de fenômenos que exigem maior nível de abstração, onde elas aparecem, em geral, comparando diferentes domínios de conhecimento. Tal aspecto torna a presença das analogias comum nos livros didáticos e nas salas de aula. Neste trabalho buscamos revisar as diferentes compreensões do conceito de analogia, que estão muito próximos aos conceitos de modelo e metáfora, podendo aparecer como sinônimos ou hierarquizados de diferentes formas. Neste contexto, emergem diversas concepções que, em sua maioria, estão atreladas à teoria de Modelos Mentais, a partir de onde se procura explicar os sucessos ou fracassos das analogias no ensino de ciências. Os trabalhos indicam que os resultados dessas pesquisas têm pouco impacto na prática dos professores e nos livros didáticos, o que abre a possibilidade de pensar essa importante categoria com outras abordagens.

INTRODUÇÃO

A grande frequência do uso de analogias como auxiliar na compreensão ou na explicação de fenômenos corriqueiros da vida humana, desperta a atenção de muitos pesquisadores interessados em explorar a sua função nos processos de aprendizagem. Diferentes áreas de conhecimento têm procurado contribuir para a compreensão da natureza dos processos que envolvem o uso de analogias, como a Psicologia e a Neurologia. No Ensino de Ciências as analogias são compreendidas em conjunto ou como sinônimo de outras concepções, como metáforas, modelos e alegorias. Nesse trabalho descrevemos as várias concepções de analogia presentes na área de Ensino de Ciências, e sua origem comum. Damos especial enfoque à recepção dessas concepções entre os pesquisadores de Ensino de Ciências no Brasil.

Não é possível determinar quando as analogias se tornaram importantes no desenvolvimento do conhecimento humano, mas pode-se inferir que sua origem está intimamente ligada ao surgimento do homem enquanto ser racional dotado de um intelecto. Diversos pesquisadores (CACHAPUZ, 1989; OLIVA *et al.*, 2001; FRANCISCO Jr., 2009; CURTIS; REIGELUTH, 1984) argumentam que a linguagem ligada à história das descobertas científicas está repleta de analogias utilizadas tanto na divulgação do conhecimento quanto na própria construção dos conceitos e teorias científicas.

Para Curtis e Reigeluth (1984, *apud* FRANCISCO Jr., 2009) a linguagem e o pensamento analógico teriam uma origem em comum na história da humanidade, de modo que o pensamento humano e o raciocínio analógico são praticamente indissociáveis no processo de compreensão de algo. Segundo Francisco Jr. (2009), a importância do raciocínio analógico vai além das atividades de ensino e estaria na raiz de teorias científicas como as de Maxwell, Rutherford, Einstein entre outros.

Na área de didática das Ciências, segundo Oliva e colaboradores (2001), algumas citações bibliográficas da década de 1960 já apontam o seu interesse pelo uso das analogias. No entanto, é cerca de duas décadas depois, que as pesquisas tornam-se mais expressivas, com um crescente interesse pelo estudo das analogias como estratégia de aprendizagem. Desde então, diferentes abordagens com base na

psicologia têm tentado explicar como funciona o pensamento analógico, ao mesmo tempo em que investigações do ponto de vista da neurologia, como o trabalho de Lawson e Lawson (1993; *apud* OLIVA *et al.*, 2001), também têm dado a sua contribuição à área.

Atualmente uma das linhas de pesquisa que tem recebido destaque em nível mundial sobre o pensamento analógico está relacionada à investigação de *modelos mentais* (JOHNSON-LAIRD, 1983; HOLLAND *et al.*, 1986). Nesta concepção, a compreensão de uma analogia requer a elaboração de um modelo mental sobre a situação análoga, tomada como referência e, da mesma forma, a criação de um modelo para a situação ou problema em estudo.

No Brasil, também é perceptível a tendência em se abordar o estudo das analogias sob a ótica dos modelos mentais. Nos trabalhos apresentados por Monteiro e Justi (2000) e fundamentados nos trabalhos de Gilbert e Boulter (1995), modelo é entendido como uma representação. Esta representação pode ser de um objeto, uma idéia ou de um processo que seria originário de uma atividade mental e, por isso, denominada *modelo mental*.

Modelos mentais são representações dinâmicas e generativas que podem ser manipuladas mentalmente para prover explicações causais de fenômenos físicos e fazer previsões sobre estados de coisas do mundo físico. Supõe-se que muitos modelos mentais são criados na hora para resolver questões de situações problemáticas específicas. (MOREIRA 1997, *apud* KRAPAS; QUEIROZ; COLINVAUX, 1997, p.189)

Embora sejam frequentemente utilizados em situações de ensino, o papel dos modelos iria além de uma simples função como *ferramenta de ensino*, eles também estariam intrinsecamente atrelados ao próprio desenvolvimento da ciência.

Modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Através de modelos, os cientistas formulam questões acerca do mundo; descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões. (MONTEIRO; JUSTI, 2000, p. 67).

Nessa concepção, dada a impossibilidade de acessarmos diretamente um *modelo mental*, podemos conhecer dele apenas a sua expressão simbólica ou verbal chamada *modelo expresso*. Monteiro e Justi (2000) também diferenciam o *modelo expresso* daquele modelo que seria conhecido e aceito numa comunidade, denominado *modelo consensual*. Considerando que os modelos científicos consensuais em geral carregam um alto nível de abstração, Monteiro e Justi (2000) destacam a importância do desenvolvimento de *modelos de ensino* que teriam o propósito de facilitar a compreensão dos estudantes sobre os modelos consensuais, e atuarem como auxiliares na elaboração dos seus próprios modelos mentais.

(...) um modelo de ensino é um objeto ou situação que é trazido para o contexto de ensino a fim de ajudar os alunos a 'visualizarem' o objeto ou a situação pretendida em suas mentes. (JUSTI, 1997, *apud* MONTEIRO; JUSTI, 2000, p.68).

Nesse contexto, o conceito de *modelo de ensino* abrangeria também o conceito de analogia, o qual estaria subordinado ao primeiro. Mól (1999) menciona outros pesquisadores que também consideram as analogias subordinadas ao conceito de modelo. Entre eles, são citados os trabalhos de Krapas *et al* (1997) que afirmam que modelo é "um processo representacional que faz uso de imagens, analogias e metáforas" e, o trabalho de Mastrilli (1997) que considera analogia como "um guarda-

chuva que inclui outras formas de comparação, incluindo similaridades, metáforas, exemplos e qualquer forma de comparação visual empregada pelos professores”. Por outro lado, há o trabalho de Dagher (1994 *apud* MÓL, 1999), que diferentemente dos outros, inverte este sentido hierárquico e considera que é o conceito de modelo que está subordinado ao de analogia e, assim, define analogia como um “amplo significado de uma família de semelhanças, incluindo metáforas, modelos e comparações simples”. Mól (1999, p.56) questiona essa interpretação porque entende que “as metáforas e os modelos são formas diferentes de comparações e, portanto, devem ser consideradas como tal”.

O entendimento mais frequente, também tomado como definição, é que as analogias podem ser compreendidas como uma comparação de similaridades existentes entre as estruturas de dois domínios diferentes (DUIT, 1991 *apud* MONTEIRO; JUSTI, 2000). Para Francisco Jr. (2009), analogia é uma *comparação entre dois eventos* com o intuito de explicar aquele ainda desconhecido, por meio de outro já familiar que será adotado como referência. Uma compreensão equivalente a estas também é encontrada nos trabalhos de Harrison e Treagust (1993). Nessa concepção, entende-se por domínio os fenômenos ou conceitos que estão sendo comparados, sendo assim, um dos domínios mencionados seria aquele de um conteúdo já familiar ao estudante, chamado *domínio da analogia*, enquanto que o outro seria de um conteúdo desconhecido o qual se quer compreender, que seria denominado *domínio do alvo* (CURTIS; REIGELUTH, 1984 *apud* MONTEIRO; JUSTI, 2000).

Comparações implícitas e comparações explícitas

Para compreender a relação entre os conceitos de analogia, metáfora, modelo e alegoria, Mól (1999) propõe um sistema conceitual onde todos esses conceitos são definidos como comparações que “podem se apresentar através de um texto ou de uma imagem”. Na concepção desse autor, “comparação é o ato de confrontar dois conceitos, com o objetivo de elucidar um conceito em estudo (alvo), através de características semelhantes a outro conceito (domínio)” (MÓL, 1999, p.58). Assim, quando utilizamos analogias ou modelos no Ensino de Ciências estaríamos, de fato, comparando atributos e propriedades entre um conceito em estudo e um conceito já conhecido.

Dentro desse sistema conceitual, os conceitos de analogia, metáfora, modelo e alegoria estariam num mesmo nível de hierarquia e todos subordinados ao conceito mais abrangente que seria comparação. Um conceito também relacionado a esses já descritos, seria o conceito de *exemplo*, definido como “tudo o que pode ou deve servir para modelo ou para ser imitado” (MICHAELIS, 1996 *apud* MÓL, 1999). No entanto, o autor o exclui de seu sistema de classificações por considerar que exemplo pode ser um caso específico de um desses conceitos já citados.

(...) exemplo não é uma comparação entre dois conceitos ou fenômenos e sim um caso específico de um conceito ou fenômeno mais abrangente. Portanto, o exemplo estará sempre subordinado ao conceito a que se refere (MÓL, 1999, p.58).

De acordo com o tipo de relação entre os conceitos, Mól (1999) diferencia *comparações implícitas* de *comparações explícitas*. Assim, as *comparações implícitas* seriam aquelas nas quais não há uma clareza na relação existente entre os conceitos comparados. Neste tipo de comparação, estariam inclusas as metáforas e as alegorias. Diferente das *comparações implícitas*, as *comparações explícitas* apresentariam

relações bem nítidas entre os conceitos comparados. As comparações explícitas “são um tipo de comparação em que as relações entre os conceitos são enunciadas” (MÓL, 1999, p.63). Dentro desta categoria de comparação estariam inclusos os conceitos de *modelo* e de *analogia*.

Compreensões sobre metáforas

Duarte (2005) aponta a confusão do conceito de analogia com os conceitos de *metáfora*, *modelo*, *símile* e *exemplo*, onde muitas vezes são usados indistintamente como sinônimos. No sistema de classificação adotado por Mól (1999), as *metáforas* seriam *comparações implícitas* porque empregam palavras ou frases num sentido figurado, diferente do seu próprio significado. Dito de outra forma seriam comparações “entre conceitos realizadas através de descrições que realçam qualidades que não coincidem” (MÓL, 1999, p. 59). Este entendimento seria semelhante às definições adotadas pelos dicionaristas Arruda (1993), Cunha (1982) e Bueno (1974), todos citados por Mól (1999).

No entanto, o autor destaca a existência de outras compreensões sobre as metáforas as quais se assemelham muito ao conceito de analogia, como é o caso de Ritchie (1994) que afirma que metáfora “sugere uma analogia ou semelhança” entre os conceitos.

Ferraz e Terrazzan (2002), por sua vez, consideram que tanto as metáforas quanto as analogias são “formas de linguagem metafórica” de difícil diferenciação, as quais são entendidas como “ferramentas de uso frequente no processo de construção das noções científicas, estabelecendo relações entre sistemas distintos” (FERRAZ; TERRAZZAN, 2002, p. 02).

Para Mól (1999), os conceitos de analogia e metáfora “não são excludentes e sim complementares, tendo toda analogia um caráter metafórico e toda metáfora um caráter analógico” (MÓL, 1999, p.60). Entretanto, afirma que apesar de serem conceitos complementares não podem ser entendidos como sinônimos ou como se metáfora fosse um tipo de analogia, tal como é apresentado no dicionário Michaelis (1996) e nos trabalhos de Dagher (1995) e Mastrilli (1997). Mesmo estando numa mesma hierarquia conceitual, analogia e metáfora seriam conceitos distintos. Enquanto que nas analogias as relações entre os dois domínios comparados seriam bem claras, nas metáforas elas estariam apenas implícitas.

Compreensões sobre alegorias

Apenas com o intuito de diferenciação dos conceitos, Mól (1999) cita outra forma de comparação implícita semelhante à metáfora que seria a *alegoria* e que, no entanto, distingue-se da primeira pela sua forma de apresentação. Enquanto a metáfora seria representada por palavras, frases ou descrições, a alegoria seria representada por gravuras ou objetos. Para exemplificar, o autor cita as gravuras de Escher que representariam formas geométricas consideradas impossíveis.

(...) alegorias são comparações implícitas entre dois conceitos ou fenômenos que não coincidem como o ‘Triângulo de Ascher’ que, mesmo lembrando um triângulo, é geometricamente impossível. Mais absurda ainda é a cascata em que a água ‘sobe’ pela canaleta e cai sobre a roda d’água. Denominaríamos também por alegoria a representação gráfica (desenho) de um alfinete, trajando um uniforme de capitão, sobre um navio (MÓL, 1999, p.63).

Para o autor, o conceito de *alegoria* não seria utilizado nos estudos sobre raciocínio analógico e ensino de Ciências, motivo pelo qual não se dá a esse conceito

a mesma importância concedida aos demais.

Compreensões sobre modelos

Para Mol (1999), diferente das metáforas e alegorias, os *modelos* seriam comparações explícitas, entre o conceito alvo e uma imagem ou um objeto que o represente. Teriam o mesmo formato do conceito alvo, mas estariam numa escala diferente da real. Como exemplos são mencionadas as figuras utilizadas para representar o átomo segundo a concepção de Rutherford.

Nessa representação, o átomo é formado por um núcleo que contém os prótons e nêutrons e uma eletrosfera onde os elétrons (considerados como partículas) estão em constante movimento ao redor do núcleo. Aqui não se considera o caráter ondulatório da matéria nem a proporção real entre as partículas que constituem os átomos (MÓL, 1999, p.65).

Também seriam chamadas de modelos todas as representações físicas de um conceito ou de um objeto que não pode ser manipulado com facilidade, em consequência de dificuldades práticas. Por intermédio de modelos físicos, os órgãos humanos, o sistema solar e as moléculas, entre outros, poderiam dessa forma ficar acessíveis e manipuláveis pelos estudantes.

Segundo Monteiro e Justi (2000), “a natureza essencialmente abstrata dos modelos consensuais da ciência conduz a dificuldades no ensino e na aprendizagem dos mesmos” de modo que seria necessária a elaboração de modelos de ensino cuja função seria a de “fornecer suporte aos alunos a fim de que eles elaborem modelos mentais aceitáveis dos modelos consensuais” (JUSTI, 1997 *apud* MONTEIRO; JUSTI, 2000, p.68).

Quanto às concepções de modelo, Mól (1999) concorda com a definição adotada pelo dicionário Aurélio (FERREIRA, 1986) que estaria próxima ao seu entendimento, descrevendo modelo como a representação de uma idéia, de um objeto ou de um processo numa escala diferente da real. No entanto, o autor aponta outras concepções divergentes, em geral, considerando modelo como sinônimo de analogia, tal como ocorre nos trabalhos de Duit (1991) e Borges (1997). Para ele, modelo e analogia seriam conceitos excludentes e que estariam subordinados, em um mesmo nível hierárquico, ao conceito de comparação.

Compreensões sobre analogias

Segundo Duarte (2005), pesquisadora portuguesa que fez um trabalho de revisão do estado da arte da investigação sobre analogias, a maioria dos pesquisadores reconhecem a importância do uso das analogias No Ensino de Ciências, que por eles é entendida como uma importante ferramenta para o ensino, porém, apontam diversos problemas associados à sua utilização. Segundo a autora, embora sejam empregadas diferentes definições para o conceito de analogia, parece haver um consenso de que a analogia estabelece comparações entre algo conhecido e aquilo que é desconhecido, em concordância com o entendimento de Glynn (1991), Duit (1991) e Treagust *et al.* (1992).

Para Mól (1999) as analogias, assim como os modelos, também seriam *comparações explícitas* entre dois domínios. Porém, os conceitos de analogia e modelo se distinguiriam entre si pela forma de sua apresentação. Enquanto os modelos seriam representações pictóricas, as analogias seriam representações descritivas das similaridades entre os dois domínios comparados. Em concordância com sua proposta, o autor cita Venville e Treagust (1997) que definem analogia como “uma comparação

explícita ou mapeamento entre características similares de dois conceitos diferentes” (VENVILLE; TREAGUST *apud* MÓL, 1999, p.67).

Sobre as diferentes compreensões do conceito, destaca-se o entendimento de Vosniadou e Ortony (1989) sobre a existência de duas variantes de analogia definidas como “uma relação no mesmo domínio, também designado por metáfora, e uma relação entre domínios, ou simplesmente o que, em termos literários, é designado por analogia” (DUARTE, 2005, p. 10). Em destaque, também aparece a concepção adotada por Perelman (1993) que compreende metáfora como uma *analogia condensada*, resultante da fusão do *tema* (domínio desconhecido) e do *foro* (domínio conhecido).

Mól (1999) também discute a diversidade de concepções sobre o conceito de analogia e destaca a definição proposta por Dagher (1994b) de que analogia abrangeria um “amplo significado de uma família de semelhanças, incluindo metáforas, modelos e comparações simples” (DAGHER *apud* MÓL, 1999, p.67) sem, no entanto, esclarecer como seriam distinguidas as diferentes formas de analogia consideradas.

Francisco Jr. (2009), adota uma concepção de analogia que segundo o próprio autor afirma, ao citar Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) e Adúriz-Bravo *et al* (2005), aproxima-se daquela chamada de *modelização analógica*. Nesta concepção, “a analogia é uma forma de raciocínio, a partir do qual se pode conhecer um fenômeno desconhecido mediante o estabelecimento de correspondências com o fenômeno já conhecido”. Francisco Jr. (2009), ainda lembra que embora as analogias possam ser entendidas “como um processo psicológico ou um ato de cognição humana no entendimento de um conceito por meio de outro”, tal como os modelos, as analogias, também seriam *dispositivos da linguagem*. Dessa forma, ambos poderiam ser empregados como facilitadores na comunicação de algo além de facilitarem o seu entendimento.

Essa distinção de analogia entre ato cognitivo e comunicativo raramente é feita. Porém, parece fundamental distinguir a analogia enquanto construção cognitiva pessoal e enquanto forma de comunicação, embora, na sala de aula, isso esteja altamente imbricado (FRANCISCO Jr., 2009, p. 124).

Assim como há diferentes concepções de analogia entre os pesquisadores, também há uma grande variedade de expressões utilizadas para descrevê-las, entre elas estão; *recursos didáticos* (FERRAZ; TERRAZZAN, 2002), *ferramenta* (FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; OLIVA, 2001; DUARTE, 2005), *instrumento* (MONTEIRO; JUSTI, 2001), *instrumentos de cognição* (FRANCISCO Jr., 2009), *modelo ou estratégia de ensino* (FERRY; NAGEM, 2009), *figuras de linguagem* (BOZELLI; NARDI, 2006), *facilitadores na compreensão de ‘abstratos’* (DUIT, 1991 *apud* BOZELLI; NARDI, 2006) e, *dispositivos de linguagem* (FRANCISCO Jr., 2009).

É possível que as diferentes expressões utilizadas possam ter sido, muitas vezes, adotadas como sinônimas pelos pesquisadores em questão, no entanto, também podem indicar diferentes formas de compreensão do processo pelo qual elas são concebidas ou como elas são entendidas pelos estudantes, ou ainda indicar diferentes objetivos educacionais.

Quanto aos objetivos com que as analogias são utilizadas na educação, Duarte (2005) destaca algumas diferenças importantes, entre elas, as analogias com função *explicativa ou comunicativa* que tratariam das semelhanças entre duas situações e as analogias com função *inferencial ou generativa* que cumpririam a função de prever novas semelhanças a partir daquelas iniciais.

(...) as analogias têm uma função explicativa, quando colocam conceitos e

princípios novos em termos familiares; têm uma função criativa quando estimulam a solução de um problema, a identificação de um problema novo e a generalização de hipóteses (GLYNN *et al*, 1989 *apud* DUARTE, 2005).

Discutindo a terminologia empregada para expressar o conceito do domínio desconhecido, Duarte (2005) constata que na maioria das vezes ele é chamado de *alvo*, embora também surjam outros termos como *objeto*, *problema*, *branco*, *meta*, *tópico*, *tema*, todos com o mesmo significado. Entretanto, é mais difícil um consenso quando se trata da terminologia usada para designar o conceito do domínio conhecido o qual recebe diversas denominações diferentes como *foro*, *base*, *fonte*, *veículo*, *análogo* e *âncora*, sem predomínio de nenhuma delas.

Quanto aos modelos de ensino utilizados para se trabalhar com as analogias, destaca-se o modelo TWA (Teaching With Analogies) que foi desenvolvido por Glynn (1991) e posteriormente modificado por Harrison e Treagust (1993). É o modelo predominante tanto nos trabalhos realizados no Brasil, como naqueles analisados por Duarte (2005). Tal modelo compreende seis etapas que devem ser observadas pelo professor com o objetivo de potencializar a aprendizagem e ao mesmo tempo reduzir o risco das concepções alternativas dos estudantes. Elas compreendem a introdução do conceito *alvo*, sugestão do *análogo* e a estimativa da familiaridade dos estudantes com o mesmo, a identificação e explicação das características relevantes do *alvo* e do *análogo*, o mapeamento das semelhanças entre o *alvo* e o *análogo*, a identificação de falhas da analogia e, finalmente, o esboço das conclusões sobre o *alvo*.

Segundo Duarte (2005), nos trabalhos analisados foram apontadas diversas *potencialidades* para a utilização das analogias no Ensino de Ciências, destacando-se a ativação do raciocínio analógico, o desenvolvimento da criatividade, a maior inteligibilidade do conhecimento científico e em especial de conceitos abstratos, a promoção do interesse dos alunos, a maior percepção de concepções alternativas e a capacidade de avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos. Por outro lado, também foram encontradas diversas dificuldades ou problemas no uso das analogias. Dentre os problemas apresentados a pesquisadora destaca o risco de a analogia ser confundida com o próprio conceito em estudo, ou de apenas serem retidos os detalhes mais evidentes, o não reconhecimento da analogia e, o não reconhecimento das suas limitações.

Oliva *et al* (2004) também ressaltam o fato de que os estudantes têm dificuldade em compreender uma analogia porque muitas vezes não reconhecem as semelhanças entre o conceito análogo e o conceito alvo.

No entanto, os professores normalmente tendem a conceituar a analogia como uma transferência direta, linear, unidirecional e simples do conhecimento fonte para o conhecimento meta, sem perceber o papel que exerce o modelo subjacente à analogia e o contexto didático que o sustenta como mediador do processo de construção da mesma (OLIVA *et al*, 2004).

Em pesquisa realizada por Souza, Justi e Ferreira (2006), na qual se pretendia entender como os estudantes compreendem os modelos atômicos, foi constatado que eles não conseguem reconhecer a função dos modelos e das analogias utilizadas, tampouco as suas limitações. Muitos estudantes confundem as *comparações* realizadas dessa forma e as entendem como se fossem *definições* do conceito. Oliva *et al* (2004) discutem sobre as dificuldades em se compreender, a partir das teorias atuais sobre o raciocínio analógico, porque os estudantes fazem determinadas associações e não outras. Segundo esses pesquisadores, frente a essa aparente inadequação, Wilbert e Duit (1999) sugerem que se faça uma revisão dessas teorias à luz de novas

abordagens e perspectivas.

Alguns pesquisadores brasileiros (FRANCISCO Jr., 2009; BOZELLI; NARDI, 2006; FERRAZ; TERRAZZAN, 2002) parecem entender as analogias e as metáforas não apenas como fenômenos cognitivos, mas também como fenômenos lingüísticos, o que implicaria em reconhecer que a compreensão da analogia depende em grande parte da complexidade da linguagem envolvida nesse processo. No entanto, quando a analogia ou a metáfora é entendida como um *instrumento* ou uma *ferramenta*, esta concepção pode subtrair parte do seu significado, levando os professores a pensar na existência de sentidos claros e bem definidos.

A perspectiva de pensar a linguagem enquanto ferramenta desconsidera a não transparência desta, considerando que os sentidos já estão presentes no texto, bastando aos estudantes encontrá-los. Isto é problemático porque imobiliza o sujeito diante do texto, impedindo-o de posicionar-se e tomar decisões (FLÔR, 2009, p. 28).

Flôr (2009), em sua tese de doutorado, analisa as diferentes implicações da linguagem no Ensino de Ciências e, assim como Melo e Peduzzi (2007), alerta para o fato da não transparência da linguagem que, em geral, é desconsiderada pelos professores.

Reconhecer que a linguagem científica também é metafórica e se utiliza de analogias para explicar os fenômenos que trata é de fundamental importância no contexto da educação e abre caminhos para pensar a linguagem e a ciência de uma forma mais ampla (FLÔR, 2009, p. 27).

Sobre como são utilizadas pelos professores, os trabalhos analisados por Duarte (2005) apontam que as analogias são muitas vezes improvisadas e tão complexas quanto o alvo ou até mais complexas. As semelhanças mais relevantes entre o alvo e o análogo são pouco exploradas, as limitações das analogias não são claras, não há espaço para os alunos proporem analogias, há confusão das analogias com exemplos e, raramente a eficácia da analogia é avaliada. Pesquisadores brasileiros (LOPES, 1997; FRANCISCO Jr., 2009; MÓL, 2009; FERRAZ; TERRAZZAN, 2003), também alertam para o risco da utilização de analogias sem os cuidados necessários à correta compreensão dos conceitos abordados.

(...) seu emprego de forma simplificada e espontânea pode guiar o pensamento para uma visão concreta e imediata que impede a abstração necessária à formação do conhecimento científico (FRANCISCO Jr., 2009, p. 122).

A partir da análise de livros didáticos, Duarte (2005) conclui que há predomínio de analogias pouco elaboradas e que elas não são suficientemente explicadas, tampouco há referência sobre as limitações das analogias. Lopes (1997), que pesquisou os livros didáticos de química no Brasil sob uma ótica bachelandiana, também faz críticas ao uso excessivo de analogias e metáforas como substitutos da abstração que segundo ela, poderiam mascarar a ruptura entre conhecimentos cotidianos e científicos.

Considerações Finais

As analogias são definidas, de forma bastante consensual, como comparações de similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, mas há divergências quanto à sua relação com os conceitos de modelo e metáfora que algumas vezes são classificados como sinônimos de analogia e outras vezes em níveis de hierarquia diferentes. As analogias também são classificadas como comparações explícitas em

oposição às metáforas que são consideradas como comparações implícitas, no entanto, estas diferenças nem sempre são consideradas pelos pesquisadores.

Os pesquisadores em geral, entendem as analogias como auxiliares de um processo cognitivo que se daria através de modelos mentais. Sob essa ótica a analogia é considerada uma ferramenta da linguagem no processo de construção de modelos mentais e na comunicação destes, através de modelos expressos ou modelos didáticos.

Parece ficar evidente que as analogias e as metáforas não têm um significado simples e claro para os estudantes, o que denota um caráter dialógico da construção do conhecimento, no sentido de que ele é construído num processo de interação ou de confronto de experiências e conhecimentos prévios com o novo conhecimento apresentado.

Há um grande volume de pesquisas sobre o uso das analogias que reconhecem as suas potencialidades para o Ensino de Ciências, mas apontam diferenças de objetivos e na forma como as analogias são utilizadas nas atividades de ensino. Esses estudos também fazem importantes ressalvas sobre as dificuldades e deficiências apresentadas, no entanto, os resultados destas investigações parecem ter tido pouco impacto na prática dos professores e nos livros didáticos. Por outro lado, o entendimento por parte dos pesquisadores, de metáforas e de analogias como *formas* de linguagem pode indicar um importante caminho para uma abordagem desses conceitos que leve a uma compreensão mais ampla da sua dimensão no Ensino de Ciências.

Referências:

ADÚRIZ-BRAVO, A. et al.. Modelo didático analógico; Marco teórico y ejemplos.

Enseñanza de las Ciencias, n. extra, p.1-6, 2005. Disponível em:

<http://ensciencias.uab.es/congres2005/material/Simposios/04_Generar_resolver_sit/Aduriz_290A.pdf> Acesso em 24/04/2012.

ARRUDA, S. M. Metáforas na física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n.1, p.25-37, 1993.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.2, n.3, 1997.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. 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, 2006.

Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/77/69>> Acesso em 24/04/2012.

BUENO, F. S. **Grande Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa**. Santos: Brasília Ltda., vol. V, 1947.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de c CACHAPUZ, A. Linguagem Metafórica e o Ensino de Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n. 3, p. 117-129, 1989.

iências. **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n. 3, p. 117-129, 1989.

CUNHA, A. G. **Dicionário Etimológico; Nova Fronteira da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)
Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M.: The Use of Analogies in Written Text. In: **Instructional Science**, v.13, p.99-117, 1984.
- DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change?. **Science Education**, v.78, n.6, p. 601–614, 1995.
- DAGHER, Z. R. (1994). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. **Science Education**, v.79, n.3, p. 295–312, 1994.
- DAGHER, Z. R. (1994b). Trad. de CHAGAS, I, Características únicas das analogias utilizadas pelos professores de ciências, **Revista de Educação – Departamento de Educação da F. C. da Universidade Lisboa**, v.4, n. 1-2, 1994.
- DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm > Acesso em 24/04/2012.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v.79, n.6, p. 649-672, 1991.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.3, p.124-135, 2001.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.4, n.2, dez, 2002.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- FERRY, A. S.; NAGEM, R. L. Analogia e contra-analogia: um estudo sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o Sistema Solar por meio de um júri simulado. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n.3, p. 43-60, 2009.
- FLÔR, C.C. **Leitura e formação de leitores em aulas de química no ensino médio**. 2009. 235f.. Tese (Doutoramento em Educação Científica e Tecnológica) – PPGET, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- FRANCISCO JR., W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, março. 2009.
- GALAGOVSKY, L.Y.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.2, p.231-242, 2001.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J.: Stretching models too far. In: **ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION**, 1995, San Francisco, 22-26, April, 1995.
- GLYNN, S. et al. Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks. **Handbook of Creativity**. New York: Plenum Press, p. 383-398, 1989.
- GLYNN, S. Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. **The Psychology of Learning Science**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, p. 219-240, 1991.

- GONZÁLEZ-LABRA, M.J. **Aprendizaje por analogía: análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos**. Madrid: Trotta, 1997.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.10, p.1291-1307, 1993.
- HOLLAND, J.H. *et al.* **Induction: processes of inference, learning and discovery**. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1986.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental models**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- JUSTI, R. S. **Models in the teaching of chemical kinetics**. 1997. Unpublished PhD Thesis. Reading: The University of Reading, 1997.
- KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino Ciências**, v.2, n. 3, p. 185-205, 1997.
- LAWSON, D.I.; LAWSON, A.E.. Neural principles of memory and neural theory of analogical insight. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1327-1348, 1993.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em química – Processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 563-568, 1997.
- MASTRILLI, T. M. Instructional analogies used by biology teachers: implications for practice and teacher preparation. **Journal of Science Teacher Education**, v.8, n.3, p.187–204, 1997.
- MELO, A. C.; PEDUZZI, L. O. Contribuições da epistemologia bachelardiana no estudo da história da óptica. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 99-126, 2007.
- MICHAELIS. **Dicionário Eletrônico Michaelis**, versão 4. 0, DTS Software, 07 de novembro de 1996.
- MÓL, G. S. **O Uso de analogias no ensino de química**. 1999. 254 f.. Tese (Doutoramento em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S.; Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.
- MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.3, p.1-39, 1997.
- OLIVA, J. M., et al. Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogias en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n. 3, p. 453-470, 2001.
- OLIVA, J. M. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 363-384, 2004.
- PERELMAN, C. **O Império Retórico – Retórica e Argumentação**. Porto: Edições ASA, 1993.

RITCHIE, S. M. Metaphor as a tool for constructivist science teaching, **International Journal of Science Education**, v.16, n. 3, p. 293-303, 1994.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.11, n.1, p. 7-28, 2006.

TREAGUST, D. et al. Science Teacher's Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. **International Journal of Science Education**, v.14, n.4, p. 413-422, 1992.

VENVILLE, G. J.; TREAGUST, D. F. Analogies in biology education: a contentious issue. **The American Biology Teacher**, v.59, n.5, p.282–297, 1997.

VOSNIADOU, S. & ORTONY, A. **Similarity and analogical reasoning: a Synthesis**. Cambridge: University Press, p.1-17, 1989.

WILBERS, J.; DUIT, R. On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems. **Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**. Kiel, Germany, 1999.