

**ANALOGIAS & CONTRA-ANALOGIAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS NUMA PERSPECTIVA BACHELARDIANA**
**(Analogies and Counter-analogies:
a proposal for science teaching from a bachelardian perspective)**

Alexandre da Silva Ferry [alexandre_ferry@hotmail.com]

Ronaldo Luiz Nagem [ronaldonagem@gmail.com]

AMTEC/CNPq - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Av. Amazonas 7675 - Nova Gameleira – CEP 30.510-000 - Belo Horizonte, MG – Brasil

Resumo

Este trabalho é parte integrante de uma dissertação de mestrado elaborada em torno do uso de comparações, incluindo as analogias e metáforas, como estratégias didáticas auxiliares para o ensino de modelos atômicos. Apresenta o contexto da utilização destes recursos lingüísticos tendo como referência epistemológica a filosofia histórica de Gaston Bachelard, apresentada em seu livro “A formação do espírito científico”. Damos destaque à dinâmica das relações analógicas com vistas à construção e compreensão de um novo termo – as contra-analogias. Tomando as contra-analogias como comparações em que se privilegiam as diferenças entre os domínios comparados, tecemos algumas considerações acerca do seu papel na estruturação do conhecimento científico. Apresentamos uma proposta de caráter complementar ao uso de analogias no ensino de ciências, buscando promover ao processo de ensino-aprendizagem dos fenômenos, modelos e conceitos científicos uma aceção aberta, dinâmica e reflexiva.

Palavras-chave: analogias; contra-analogias; raciocínio analógico; ensino de ciências.

Abstract

This paper is part of a Master's thesis developed around the use of comparisons, including analogies and metaphors, as supporting didactic strategies for teaching atomic models. It presents the context of using such language resources regarding the epistemological historical philosophy of Gaston Bachelard as presented in his book, The Formation of the Scientific Spirit. We highlight the dynamics of analogical relations with the views of construction and comprehension of a new term – counter-analogies. Taking the counter-analogies as comparisons in which differences between compared areas are privileged, we made some considerations regarding their role in structuring scientific knowledge. We present a proposal using complementary character analogies in science teaching, trying to promote the teaching/learning process of phenomena, models and scientific concepts within an open, dynamic, and reflexive acceptance.

Keywords: analogies; counter-analogies; analogical reasoning; science teaching.

I. Introdução

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para a melhoria do uso das analogias no ensino de ciências através de um estudo dedicado à dinâmica das relações analógicas numa perspectiva bachelardiana. Especificamente, apresentar uma estratégia auxiliar para o ensino de ciências com recurso às comparações, a qual denominamos por contra-analogia.

É fato que, nas últimas décadas, investigações dedicadas ao uso de analogias no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos têm crescido significativamente. Há um considerável acervo que apontam para as suas vantagens e, em especial para as suas potencialidades na assimilação de conceitos, teorias, fenômenos e modelos considerados demasiadamente abstratos e complexos.

De acordo com Marcelos (2006), inicialmente consideradas meros ornamentos lingüísticos, as analogias e as metáforas vêm ganhando status cognitivo, sendo referidas como facilitadoras da aprendizagem por estabelecerem relações entre o conhecimento já existente e o novo conhecimento, e possibilitando melhor assimilação e entendimento do desconhecido. Cachapuz (1989), por exemplo, afirma que:

... analogias e metáforas podem bem ser uma necessidade epistemológica já que, em conjunto com a imagética que lhes está associada, podem constituir poderosos instrumentos de ajuda cognitiva e, nesse sentido, importantes mediadores da aprendizagem dos alunos.

Sabe-se também que, freqüentemente, quando se procura explicar algum conceito ou modelo científico relativamente difícil, os professores de Ciências recorrem ao uso de analogias. Normalmente partem do pressuposto de que com o uso de uma determinada analogia, isto é, da apresentação de uma situação, de um objeto, de uma estrutura ou de um fenômeno semelhante ao que se pretende ensinar, aquele conceito terá se tornado mais claro, ou mais evidente e, portanto mais compreensível pelos alunos que terão realizado as devidas correspondências. Mól (1999) em sua pesquisa sobre o uso de analogias no ensino de Química constatou que o uso de analogias pelos professores é uma prática corrente, e que esta parece estar associada à tendência atual de relacionar o ensino de conceitos científicos a situações do cotidiano. De acordo com seu trabalho, para os professores, as analogias representam situações do cotidiano; eles imaginam que tais situações são concretas e simples, em oposição aos conceitos científicos que seriam abstratos e complexos.

Desde o início da história registrada, analogias têm sido usadas por crianças e adultos como ferramentas na construção de conceitos, como afirmam Harrison & Treagust (1993). Entretanto, embora o raciocínio analógico possa ser considerado por muitos pesquisadores como um importante componente da cognição humana (Dagher, 1995), estes também concordam que a utilização de analogias no ensino de Ciências não pode se limitar ao seu uso espontâneo, natural e indiscriminado, deixando-se simplesmente por conta do livro didático, ou do aluno, a responsabilidade de identificar os aspectos semelhantes a serem observados na relação e principalmente as limitações implícitas da comparação. Há inúmeras pesquisas na área que apontam para os perigos, as limitações, as dificuldades e os cuidados necessários ao uso de analogias como modelos de ensino ou estratégias didáticas pelos professores.

II. Conceito de Analogia

Percorrendo a literatura relativa ao uso de analogias no processo de ensino e aprendizagem de ciências, encontramos muitas definições para o termo. Segundo Mól (1999), o conceito de analogia é amplo e utilizado por diferentes autores com significado distinto. Para alguns a analogia é o resultado da comparação de termos novos com outros já conhecidos; para outros, pode ser entendida como uma relação de semelhança ou dependência entre diferentes objetos; para outros, ainda, ela é um prolongamento de uma mera comparação, a partir da qual se tenta estabelecer múltiplas relações (Oliveira, 1996). Segundo Abbagnano (1999) o termo analogia tem dois significados fundamentais: primeiro é o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente à proporção) de igualdade de relações. Esta origem matemática do conceito também é citada por Haaparant (1992). O segundo é o sentido de extensão provável do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas. Verifica-se inclusive que, de fato, o conceito de analogia não mais se aproxima deste primeiro sentido. A analogia não pressupõe a existência de uma igualdade simétrica, mas antes uma relação que é assimilada a outra relação, com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do que se conhece (Duarte, 2005).

Cachapuz (1989) cita a definição de Sternberg & Rifkin (1979): *por analogia formal entende-se uma proposição da forma “A está para B assim como C está para D” de tal modo que a relação entre A e B é similar à relação entre C e D.* Percebe-se nesta definição a atribuição original matemática sobre o conceito e sua aplicação. O autor ainda afirma que o que está verdadeiramente em jogo não é o conhecimento individual dos termos A, B, C ou D, mas sim a natureza das relações supraordenadas aos domínios conceptuais.

Para outros autores, a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita entre duas “coisas”, uma definição de informação nova em termos já familiares (Newby, 1987), ou um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido (Glynn, 1991).

Venville et al (1994) apresentam a seguinte definição para analogia:

a correspondência de algumas características entre conceitos, princípios ou fórmulas que são por si só diferentes. Mais precisamente, é um mapeamento entre características similares de dois conceitos, princípios ou fórmulas. (grifo nosso)

Nesta definição, como também observa Mól (1999), o conceito de analogia aparece como a identificação ou mapeamento das similaridades entre os dois conceitos, reforçando a idéia de que o uso de analogias deve explicitar que atributos são compartilhados. É uma definição na qual claramente observamos o privilégio dado ao que há em comum, contrariamente ao que há de diferente. Assim como muitos pesquisadores na área, consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas. As características e propriedades que não são compartilhadas pelo domínio e pelo alvo constituem o que os pesquisadores chamam de limitação da analogia.

Concordando com Duarte (2005), apesar das diferenças, em todas as definições se reconhece que a analogia envolve o estabelecimento de comparações ou relações, entre o conhecido e o pouco conhecido ou desconhecido. Em seu trabalho sobre os contributos e desafios no estudo das analogias na educação em Ciências, Duarte também sinaliza que há alguma falta de acordo entre os diferentes investigadores em função da variabilidade terminológica associada às analogias, especialmente no que diz respeito ao termo utilizado para designar o conceito/fenômeno do domínio conhecido. Segundo a autora, enquanto o termo *alvo (target)* para o domínio desconhecido parece obter um elevado consenso, termos como *objecto, problema, branco, meta, tópico, tema*, também são referidos com o mesmo significado. Para o domínio conhecido, o termo parece ser menos consensual, aparecendo sob a denominação de *foro, base, fonte, veículo, âncora e análogo*. Contudo – completa a autora – esta variedade não pressupõe divergência entre os autores sobre o significado atribuído aos termos.

Embora esta variedade não pressuponha tal divergência, e não obstante exista uma valoração das analogias como recurso didático útil para aplicação nos processos de ensino-aprendizagem de ciências, de acordo com González (2005), algumas definições não apresentam uma explicação clara e concisa do termo que explicita sua estrutura e como se relacionam “*el análogo y el tópico*”. Afirma ainda que tampouco permitem diferenciar as analogias de outros tipos de comparações utilizadas com a mesma finalidade, e discernir acerca das variáveis relacionadas com a efetividade de uma analogia; com os passos e variáveis que intervêm no raciocínio analógico.

Tendo em vista o crescente número de publicações acerca especialmente do uso de analogias no ensino de Ciências, considerando os aspectos funcionais e procedimentais intrínsecos, vimos a necessidade de ampliarmos a compreensão do conceito em questão, a fim de promover novas perspectivas seja no ensino, na pesquisa ou até mesmo no desenvolvimento de novas metodologias

com recurso às comparações, possibilitando inclusive o desenvolvimento de um novo conceito – o da *contra-analogia*.

III. Analogias e Metáforas na Perspectiva Bachelardiana

A constatação da espontaneidade e da naturalidade nas quais analogias são criadas, independentes da situação formal de ensino, a fim de se explicar ou de se compreender determinadas estruturas e/ou fenômenos até então desconhecidos pelo homem, tem permitido à comunidade científica percebê-las não somente como parte da cognição humana, mas também como importantes ferramentas capazes de contribuir enormemente para o próprio desenvolvimento da Ciência, e como um possível recurso didático mediador para o ensino de Ciências.

Por outro lado, também por causa de tal constatação, apontando para o seu uso inconsciente e irreflexivo, muitos autores discorrem o seu perigo e chegam inclusive a descrever desvantagens e cuidados na utilização de analogias e metáforas como estratégia de ensino. Dentre estas pesquisas, um autor comumente citado como referência para alertar sobre o mau uso de analogias é o epistemólogo francês Gaston Bachelard (1884-1962).

Andrade *et al.* (2002), bem como Melo (2005), Silveira *et al.* (2006) e Gomes & Oliveira (2007), apresentaram uma série de observações epistemológicas de Bachelard acerca da linguagem metafórica e analógica na ciência e no ensino de ciências, discutindo os conceitos de obstáculos epistemológicos e pedagógicos apresentados principalmente em seu livro *A formação do espírito científico*¹ (1996).

Pretendemos retomar tal discussão considerando as estratégias de ensino com recurso às analogias apresentando, paralelamente, uma proposta com vistas a uma nova abordagem metodológica para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, à luz da epistemologia bachelardiana.

Para Bachelard, “o conhecimento do real é luz que projeta algumas sombras”; o conhecimento empírico é a causa de muitos erros, e a constante retificação destes erros é indispensável à formação do espírito científico. Nesta concepção os erros se tornam fundamentais – necessários e inevitáveis, pois refletem os períodos de estagnação, inércia e até regressão com que se depara o espírito científico (Melo, 2005). Para Bachelard o pensamento científico evolui por rupturas e descontinuidades.

Nesta perspectiva, Bachelard assinala que ao olhar para um objeto de estudo, fenômeno, interpreta-se a imagem com toda carga de cultura, expectativas, vontades e facilidade que experiência primeira oferece. O sujeito coloca muito de si no próprio ato de conhecer, impregnando o conhecimento científico de traços subjetivos, imaginários, muitas vezes de foro afetivo. Tais traços que fariam com que o ato de conhecer permanecesse contaminado de impurezas que escapam ao controle dos cientistas. Admite, pois que há um inconsciente científico que perturba a atividade científica, ou seja, que há elementos inconscientes na base do conhecimento. Dessa investigação emerge a teoria central da reflexão bachelardiana – a teoria dos obstáculos epistemológicos (Andrade et al, 2002). Esses obstáculos decorreriam da experiência primeira, do conhecimento geral, do abuso de imagens usuais, do conhecimento unitário e pragmático, do substancialismo, do

¹ Título original: *La Formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Publicado em pela *Librairie Philosophique J. Vrin*, Paris, em 1938.

realismo, do animismo e do conhecimento quantitativo, e seriam as causas da “estagnação e até regressão do progresso da ciência”.

O cientista contemporâneo deve empenhar-se em superar os obstáculos epistemológicos, inclusive desvinculando-se de conceitos advindos unicamente das imagens. Um pensamento deve formar-se em ruptura a um conhecimento anterior, devendo o pesquisador estar consciente dessa constante superação desses obstáculos, que compreendem um espectro amplo e ilimitado. O percurso do pesquisador deve, na perspectiva bachelardiana, ter como pressuposto básico a construção e a desconstrução do saber. Bachelard (1996) salienta que:

Toda cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim razões para a razão evoluir. (Bachelard, 1996).

Na perspectiva bachelardiana, a ciência nos coloca em presença de revoluções e não de evoluções, dando-se seu avanço por descontinuidades ou rupturas, onde cada ruptura é um não – uma negação a um passado de erros (Andrade *et al.*, 2002).

Bachelard faz uma análise baseada em exemplos que ele considera como conhecimento pré-científico (antiguidade clássica até o final do século XVIII) onde estes obstáculos estavam, segundo ele, fortemente presentes e prevalecia o domínio da linguagem metafórica, com o uso de imagens e generalizações que guiavam o pensamento para uma visão concreta e imediata, impedindo o processo de abstração necessário para a formação do espírito científico. Andrade *et al.* (2002) pontuam que apesar de não possuir em sua obra textos exclusivamente voltados para a questão educacional, introduz a noção de obstáculos pedagógicos, relacionados aos mesmos obstáculos ao conhecimento científico. Diz que para esse autor, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como também na educação, uma vez que estes se constituem em obstáculos pedagógicos para o ensino de ciências. Como exemplo de suas colocações, Bachelard (1996) diz que:

O educador deve procurar destacar sempre o observador do seu objeto, defender o aluno da massa de afetividade que se concentra em certos fenômenos rapidamente simbolizados, e de certa forma muito interessantes.

Considerando o papel central na formação do espírito científico desempenhado pela ênfase na noção de obstáculo epistemológico na filosofia histórica de Bachelard, Melo (2005) afirma que a educação científica deve ser responsável pela instrução e mobilização cognitiva tanto dos estudantes que seguirão a carreira científica quanto daqueles que atuarão na prática docente no ensino de ciências, para que não intervenham em suas ações profissionais entraves e obstáculos, de ordem psíquica, retratos fiéis da inércia do pensamento.

No que diz respeito ao uso de analogias em ciências ou no ensino de ciências, segundo Bachelard, a utilização dessa forma de linguagem, intimamente ligada às concepções prévias dos alunos, pode induzir a formação ou ao reforço de obstáculos como, por exemplo, o substancialismo e o animismo. Nesse sentido, afirma:

(...) uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas. (Bachelard, 1996, p.48)

Bachelard (1996) considera que a utilização excessiva de imagens que se acumulam prejudica a razão, pois seu lado concreto, apresentado sem prudência, impediria a visão abstrata e

nítida dos problemas reais. No período pré-científico “por um movimento puro e simplesmente lingüístico, os autores associavam uma palavra concreta a uma palavra abstrata, pensando ter-se feito avançar as idéias”. Bachelard utiliza, no capítulo IV, a palavra esponja, para "caracterizar hábitos de natureza verbal como obstáculos do pensamento científico, considerando um caso onde uma única imagem ou até uma única palavra constitui toda a explicação" (p.91). Ele afirma que “para ser coerente, uma teoria de abstração necessita afastar-se bastante das imagens primitivas” alertando que, quando a aplicação da imagem “é utilizada de forma mais rápida e direta e menos controlada, a imagem se explica automaticamente e pode ficar confusa, complicada e adquirir uma característica substancialista” (Andrade *et al.*, 2002).

Bachelard (1996), no desenvolvimento do seu pensamento em torno dos perigos associados ao uso imediato e indiscriminado de analogias e metáforas, faz as seguintes afirmações:

(...) as metáforas seduzem a razão. São imagens particulares e distantes que, insensivelmente, tornam-se esquemas gerais. Uma psicanálise do conhecimento objetivo deve, pois tentar diluir, senão apagar, essas imagens ingênuas. (p.97)

O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino das imagens (p.101)

... mesmo quando se quer apagar a imagem, a função da imagem persiste. (p.93)

Como podemos perceber, a epistemologia histórica de Bachelard tece incisiva crítica ao uso indiscriminado desses recursos lingüísticos – as analogias e metáforas, argumentando que se constituem apenas modelos de raciocínio e de modo algum cópia fiel da realidade. Conhecemos com a razão, sendo assim, as imagens apenas representam um estágio do ato de conhecer que, na perspectiva bachelardiana, deve ser destruído imediatamente (Melo, 2005).

De acordo com Lopes (1996), para Bachelard as imagens são ao mesmo tempo boas e más, indispensáveis e prejudiciais:

Não podemos... considerar que Bachelard defende a impossibilidade de utilização de metáforas e imagens. **Sua posição é de que a razão não se pode acomodar a elas, devendo estar pronta a desconstruí-las** sempre que o processo de construção do conhecimento científico assim o exigir. (Lopes, 1996. Grifo nosso).

Melo (2005) ainda afirma que nesta perspectiva, em virtude de uma compreensão inadequada destes mecanismos explicativos, o pensamento científico (e porque não dizer a nossa mente) manifesta a tendência de contemplar as analogias, metáforas e imagens como uma afirmação dogmática da realidade, **rejeitando desatentamente as diferenças** entre os domínios que se pretende estabelecer correspondências.

Tratando-se ainda de sua epistemologia histórica, vimos que Bachelard salienta que “a ciência se desenvolve por discontinuidades; rompe com o saber sedimentado; avança por marchas e contramarchas, idas e vindas, descrevendo uma trajetória sinuosa, que nada tem de linear” (Melo, 2005). E quanto ao ensino de ciências diz:

Sem dúvida, seria mais simples ensinar só o resultado. Mas o ensino dos resultados da ciência nunca é um ensino científico. Se não for explicada a linha de produção espiritual que levou ao resultado, pode-se ter certeza de que **o aluno vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas**. (Bachelard, 1996, grifo nosso).

Assim, apesar do total acordo no que diz respeito à utilização consciente e cuidadosa das analogias e metáforas tanto no ensino quanto na construção da ciência, Bachelard alerta constantemente em seus trabalhos para os perigos do mau uso destes instrumentos, que podem ser a

causa de profundas distorções do conhecimento. Em virtude da estrita ligação ao real sensível, as analogias, metáforas e imagens no espaço escolar não devem assumir o papel de ponte, indicando uma espécie de continuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, pois poderiam mascarar a ruptura necessária entre esses dois domínios de saber veiculados a racionalidades distintas (Melo, 2005)

Para Bachelard, as analogias, metáforas e imagens no ensino e na própria ciência “devem ser realizadas e desrealizadas”, ou seja, devem ser passageiras, concebidas com caráter efêmero e provisório, jamais permanecendo de forma definitiva no pensamento.

Vistas todas estas considerações bachelardianas, parece-nos adequado pensar para o ensino de ciências com recurso às analogias, bem como às metáforas e imagens, a introdução de um caráter dinâmico; aberto e investigativo, possibilitando uma espécie de movimento. Referindo-se às comparações, movimento este caracterizado tanto pela *aproximação* quanto pelo *afastamento* dos dois domínios em correspondência. Discorrendo sobre os obstáculos epistemológicos decorrentes do conhecimento geral, Bachelard se questiona:

“Mas, se a compreensão e a extensão de um conceito são, uma e outra, ocasiões de parada epistemológica, onde estão as fontes do movimento do espírito? Por qual *movimento* de correção poderá o pensamento científico encontrar uma saída? **Seria preciso criar uma nova palavra...** (...)” (Bachelard, 1996, p.76, grifo nosso)

Assim como Bachelard procura por uma nova palavra, entre compreensão e extensão, para designar essa atividade do pensamento empírico inventivo, que tenha uma especial acepção dinâmica, pretendemos aqui *buscar a construção de um novo termo – CONTRA-ANALOGIA*, para designar esse movimento necessário à assimilação de conceitos científicos por comparação – e porque não dizer também entre a compreensão e a extensão de tais conceitos.

IV. Dinâmica das Relações Analógicas

Para posteriormente sermos capazes de compreender melhor, não somente o papel, mas também a natureza das contra-analogias, consideramos ser necessário ampliar a nossa compreensão sobre as relações estabelecidas entre estruturas de dois domínios distintos através das analogias. Passemos, portanto, a considerar o esquema que foi elaborado por González (2005), apresentado na figura 1.

Em seu trabalho sobre a estrutura do modelo analógico para as ciências experimentais, González (2005) apresenta um esquema que mostra os nexos (conexões entre os elementos que formam parte da estrutura no análogo e no alvo) semelhantes entre o análogo e o alvo (tópico), constituindo um subconjunto dentro da totalidade de nexos do análogo e do alvo. E que se um nexo do análogo não tem seu semelhante no alvo, ou vice-versa, este não é relevante.



FIGURA 1 – Esquema proposto por González (2005) para representar os nexos relevantes.

De acordo com o autor, a semelhança estrutural nunca atinge a totalidade da estrutura do análogo e do alvo, isto é, a totalidade dos *nexos* de ambos. Sempre existirão nexos que não se correspondem, que não são semelhantes e que, dessa forma, em sua perspectiva, não serão relevantes para a analogia. Estes constituiriam a *restricción estructural*.

Em semelhança ao esquema proposto por González (2005), a fim de ampliarmos nossa compreensão sobre a natureza das relações analógicas, elaboramos um esquema apresentado na figura 2, que ilustra o que estamos chamando de *domínio analógico*.

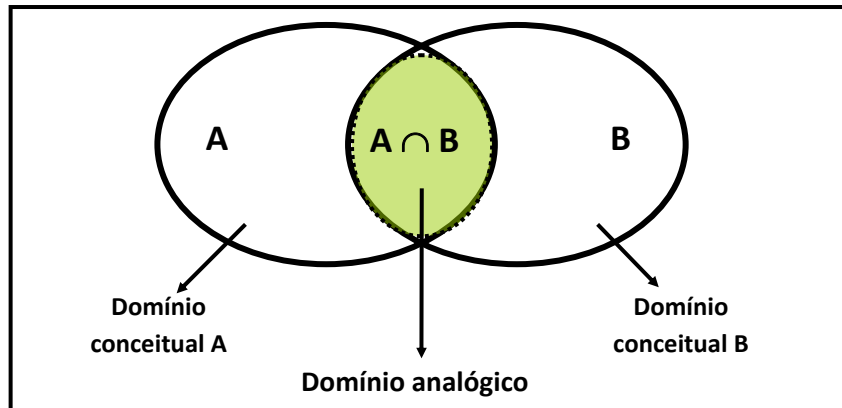


FIGURA 2 – Esquema ilustrativo da interseção entre domínios conceituais distintos, representativo do domínio analógico (Ferry, 2008).

A partir deste esquema, podemos inicialmente discutir o processo de desenvolvimento do raciocínio analógico. Utilizando linguagem matemática, podemos dizer que uma analogia ocorre sempre pela *interseção* de dois domínios. Esta interseção constitui o que estamos chamando de *domínio analógico*. No esquema da Figura 2, o domínio analógico está representado pela região hachurada e indicado de forma $A \cap B$ (lê-se *A interseção com B*).

Numa analogia, ou seja, na elaboração ou no desenvolvimento de um raciocínio analógico, procura-se destacar os elementos presentes na interseção dos dois domínios comparados. Isto é, a comparação entre ambos os domínios é realizada através da correspondência entre os elementos comuns, formando o subgrupo caracterizado como $A \cap B$. Percebe-se dessa forma que, neste processo de elaboração, privilegia-se o que há de comum entre ambos os domínios.

De acordo com alguns pesquisadores da temática, a validade de uma analogia frequentemente é associada à quantidade de semelhanças mapeadas durante a relação. Ainda mais se estas forem mais plausíveis, inteligíveis e numericamente maiores que a quantidade de diferenças. Considerando novamente o esquema ilustrado na Figura 2, podemos dizer que a validade de uma analogia está relacionada à extensão do domínio analógico que, por sua vez, está associado à capacidade de interseção dos domínios conceituais A e B.

Atribuindo-se a este esquema um movimento horizontal de aproximação entre os domínios, de maneira a aumentar a área da interseção, estaríamos de certa maneira, construindo uma relação de correspondência entre o alvo e o análogo mais representativa e potencialmente útil para a aprendizagem de um novo conceito científico pertencente a um dos dois domínios ilustrados.

Extrapolando-se esta aproximação até a possível *sobreposição* dos domínios (Figura 3), chegaríamos numa correspondência total de semelhança entre os elementos comparados, e assim, numa situação de igualdade. Nesta situação, seria perdido o caráter analógico da relação. Em outras palavras, o análogo deixaria de existir, tendo-se em seu lugar uma réplica do alvo.

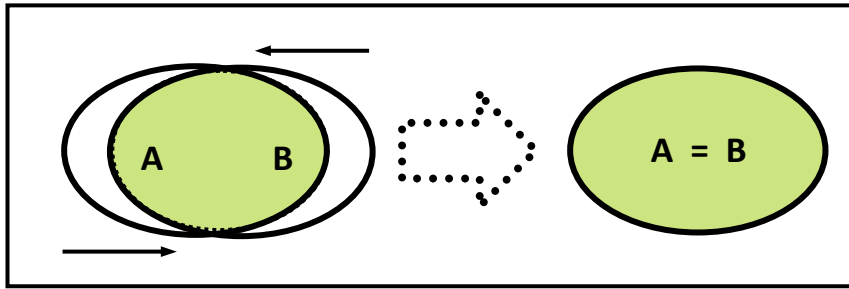


Figura 3 – Esquema ilustrativo do movimento de aproximação realizado entre os domínios conceituais numa analogia (Ferry, 2008).

Pensando-se no movimento contrário, isto é, no afastamento entre os domínios comparados, ao promover a diminuição da área da interseção, estaríamos, numa segunda fase analítica da relação, desvinculando o domínio-alvo da imagem mentalmente elaborada com os elementos do domínio-análogo. Ou seja, estaríamos mapeando também, ponto a ponto, as diferenças, a fim de evitar, durante o processo de ensino-aprendizagem, que os alunos transportem para o conceito-alvo os atributos não comuns. No entanto, em um processo tipicamente analógico, a interseção jamais se torna nula.

Para o caso de uma interseção nula, há que se considerar duas possibilidades. A primeira, ocorrida antes mesmo do movimento inicial de aproximação, configuraria um exemplo típico da inadequação total do veículo escolhido para a comparação (figura 4).

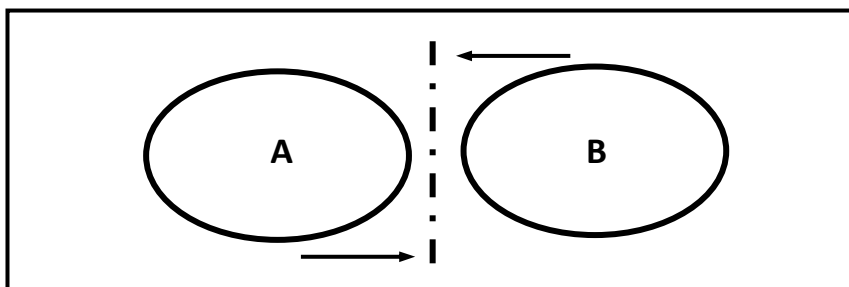


Figura 4 – Representação da impossibilidade da interseção entre dois domínios distintos (Ferry, 2008).

Já a segunda possibilidade, ocorrida em consequência do afastamento extremo dos domínios comparados até a separação total, sugere o alcance de um elevado grau de abstração para a compreensão do conceito-alvo (figura 5).

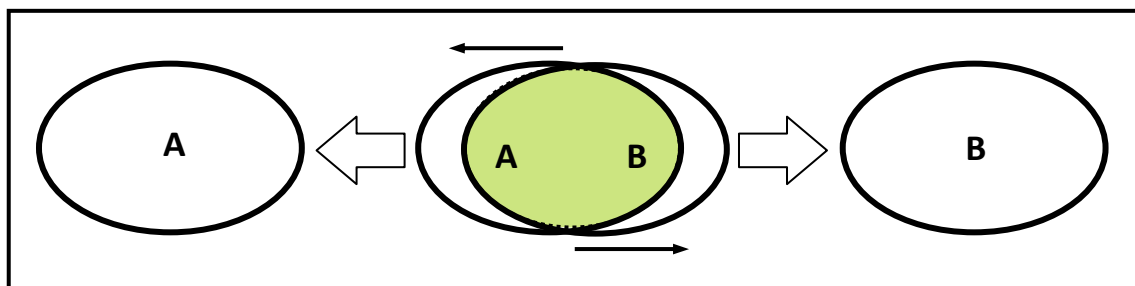


Figura 5 – Representação da suposta possibilidade do afastamento extremo dos dois domínios comparados (Ferry, 2008).

Nesse estágio do processo de ensino-aprendizagem, o conceito-alvo passaria a ser descrito não mais através de imagens analógicas, mas sim pela própria concepção científica construída em torno dele próprio. Porém, como já foi dito, em um processo tipicamente analógico, esse estágio dificilmente é alcançado. Neste sentido, concordamos com a proposição de Bachelard (1996) ao considerar as analogias como obstáculos epistemológicos. E também quando ele diz: “... o acúmulo de imagens prejudica evidentemente a razão, na qual o lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais” – (p.93). E ainda quando afirma: “mesmo quando se quer apagar a imagem, a função da imagem persiste”.

V. Conceito de Contra-analogia

A princípio, partindo da definição adotada para o conceito de analogia, que a considera como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, uma contra-analogia deverá ser entendida também como uma **comparação entre estruturas de domínios distintos, que se baseia, porém, nas diferenças**. Em outras palavras, enquanto tacitamente dizemos que a analogia é uma comparação na qual se privilegia as semelhanças, nesta pesquisa entenderemos por **contra-analogia uma comparação na qual se privilegia as diferenças**.

Para exemplificar os dois conceitos em estudo, podemos considerar as seguintes afirmativas feitas para o modelo atômico proposto por Thomson:

I – “O átomo, de acordo com a teoria de Thomson, **seria como um pudim com passas**”.

II – “O átomo, de acordo com a teoria de Thomson, **não seria como um doce brigadeiro**”.

As duas afirmativas são comparações factíveis, coerentes com o modelo científico citado. Porém, pela própria estrutura sintática e semântica observada e aplicada em cada uma, classificamos a primeira como uma analogia enquanto a segunda como uma *contra-analogia*.

Do mesmo modo que no caso de uma analogia, denotamos por alvo (ou conceito alvo) a estrutura (o conceito ou o modelo científico) pertencente ao domínio desconhecido, e por veículo ou contra-análogo o objeto, a estrutura ou o fenômeno pertencente ao domínio familiar.

Antes de prosseguirmos com o desenvolvimento do conceito em questão, vejamos a colocação de Bachelard acerca da objetividade do pensamento científico:

... o que caracteriza o cientista moderno ‘é a objetividade e não o universalismo: o pensamento deve ser objetivo, só será universal se puder, se a realidade lhe permitir. Ora, a objetividade se determina pela exatidão e pela coerência dos atributos, e não pela reunião de objetos mais ou menos análogos. Isso é tão verdade que o que limita o conhecimento é, muitas vezes, mais importante para o progresso do pensamento do que aquilo que estende vagamente o conhecimento. Em todo o caso, **a cada conceito científico deve estar ligado seu anticonceito**.(Bachelard, 1996, p.89,90; grifo nosso).

Tal colocação nos sugere propor que, possivelmente, saber dizer aquilo que um determinado conceito não é deva ser necessário para que se possa compreendê-lo melhor.

VI. Contra-analogias: Construção e Reflexão

A construção de uma contra-analogia para ser utilizada como ferramenta auxiliar (ou complementar) no ensino de conceitos científicos possivelmente exigirá do professor certa previsibilidade quanto aos possíveis *obstáculos epistemológicos* para a aprendizagem, que, em

acordo com Bachelard, podem ter origem na experiência empírico-sensorial (*experiência primeira*), no senso comum (*conhecimento geral*), no abuso de imagens usuais, incluindo aqui as provocadas por um raciocínio analógico espontaneísta, no conhecimento unitário e pragmático, no substancialismo, no realismo, no animismo e no conhecimento quantitativo. Previsibilidade esta que implica não somente na explicitação das concepções prévias dos alunos, como também nos possíveis *obstáculos* provenientes de analogias superficiais.

Além disto, para tal construção consideramos ser necessário que seja feita uma espécie de mapeamento do que chamaremos de domínio contra-analógico (figura 6).

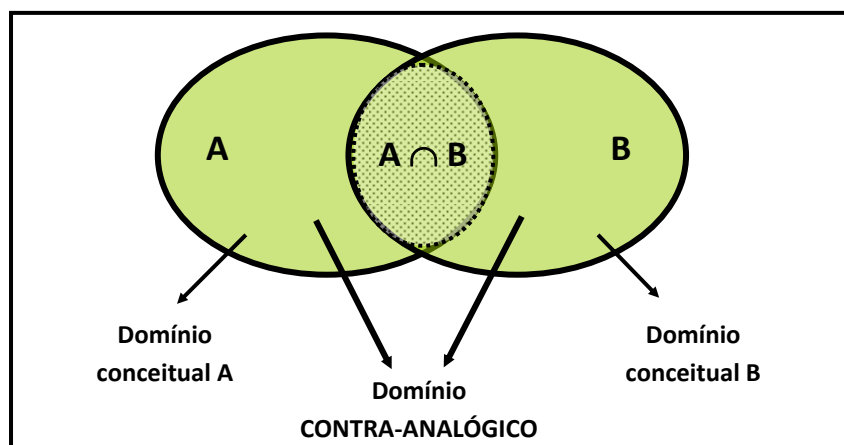


Figura 6 – Esquema ilustrativo da interseção entre domínios conceituais distintos e a representação do domínio contra-analógico (Ferry, 2008).

Um bom exemplo para ilustrar esse processo de elaboração e reflexão é o da *contra-analogia* para a compreensão do modelo de Thomson² para a estrutura atômica. Diante da tão conhecida analogia do “pudim de passas (ou ameixas)”, a construção de uma *contra-analogia* com um “brigadeiro” poderia complementar a explicitação da estrutura proposta no modelo – alvo da aprendizagem, permitindo ao aluno compreendê-lo, entendendo que, segundo a teoria em estudo, os elétrons carregados negativamente estariam localizados no interior de uma distribuição contínua de carga positiva. Tal aspecto, como salienta algumas pesquisas (Souza *et al.*, 2006) não se torna evidente somente com a analogia “construída” com o pudim.

No caso da analogia do “pudim de passas” (...) o domínio que os alunos têm em mente não se presta ao estabelecimento da analogia (aspecto amplamente enfatizado como necessário para o sucesso de qualquer analogia como modelo de ensino na literatura...) (...) Como tais analogias (ou modificações delas – no caso da do “pudim de passas”) poderiam ser introduzidas no ensino de forma a que elas realmente fossem bons modelos de ensino, quer dizer, ajudassem os alunos a entender as características de cada um dos modelos? (Souza *et al.*, 2006).

Em sua análise em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao Ensino Médio (Monteiro & Justi, 2000), as autoras discutem as implicações da analogia com o pudim de passas,

² Dois anos após a medição da razão carga/massa do elétron, Thomson (Joseph John Thomson), em 1899, começou a elaborar um modelo para o átomo, imaginando-o como composto de um grande número de corpúsculos de carga negativa (posteriormente chamados de elétrons) e “alguma” carga positiva que balanceasse a carga negativa total. Thomson foi o primeiro a encarar o átomo com um modelo com estrutura ativa, procurando estudar sua dinâmica. Essa idéia vaga sobre a carga positiva do átomo foi substituída, em 1904, pelo modelo no qual o átomo seria uma distribuição esférica homogênea de carga positiva (característica que já havia sido proposta em 1902 por Lord Kelvin), no interior da qual os elétrons estariam distribuídos uniformemente, em anéis concêntricos. A dinâmica e a estabilidade do movimento desses anéis são tratados no seu artigo em 1904. (Caruso & Oguri, 2006)

classificada por elas como *ilustrativa-verbal* em muito livros analisados, utilizada para se ensinar o modelo de átomo segundo Thomson. Segundo tal análise, esta analogia está inserida num grupo de 18% daquelas que induzem a erros conceituais. As autoras destacam essa analogia mostrando que no texto que a acompanha, os próprios autores transferem atributos equivocados do veículo (i.e., do análogo) ilustrado para o alvo ao se referir à teoria atômica.

Thomson sugeriu que a massa total do átomo seria devida quase que totalmente apenas às cargas positivas (prótons). Estas estariam espalhadas, uniformemente, por toda uma esfera, formando uma massa compacta e uniforme. Na superfície dessa massa estariam os elétrons, espaçados de modo uniforme. Esse modelo seria semelhante a um pudim coberto com passas, como acabou ficando conhecido, em que o pudim seria a massa de cargas positivas e as passas os elétrons. (Hartwig³ et al, 1999, reproduzido em Justi & Monteiro, 2000).

As autoras completam a análise da analogia em questão dizendo que, de acordo com a nossa experiência cotidiana, passas se

esse respeito, os professores tomem todas as precauções de linguagem para deixar um lugar ao seu questionamento.

Assim, uma fórmula como ‘segundo nossas experiências, parece que...’ facilita a passagem ulterior para uma formulação mais geral ao evitar o obstáculo da referência rígida considerada como perfeita, ou seja, definitiva. (Giordan, 1996, p. 175)

Salienta ainda que toda essa progressão, ou seja, essa estruturação dos conhecimentos, é impossível sem um certo número de rupturas. Considera que seria preciso lançar mão de vários mecanismos de confrontação, porém, dessa vez, com outros conceitos ou outros modelos. “Com efeito, um nível de formulação não se elabora por uma simples generalização, mas também por *analogias e oposições*” (Giordan, 1996; grifo nosso).

Desse modo, retomando as implicações da comparação do modelo atômico de Thomson, ora com um “pudim de passas”, ora com um “doce brigadeiro” – em privilégio às diferenças, acreditamos que essa “estratégia” de ensino possa se configurar como um mecanismo provocador do “*movimento*” evocado por Bachelard (1996). Movimento de comparação (ou de correlação), ora entre os aspectos semelhantes, ora entre os aspectos diferentes, e de *aproximação e afastamento* entre o conceito científico (o modelo atômico) e as imagens utilizadas, podendo em certa escala “*colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente*”, substituindo um “*saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico*”, *dialetizando as variáveis, oferecendo “razões para a razão evoluir”*. Em outras palavras, o que chamamos de *contra-analogia*, utilizada como estratégia auxiliar ou complementar, potencialmente favorece a compreensão do alvo, na medida em que contribuem, de maneira dinâmica, para uma *modelização mental* coerente com as idéias consensuais de átomo.

VII. Considerações Finais

Há inúmeros trabalhos que discorrem sobre a natureza e o papel das analogias e metáforas no desenvolvimento do conhecimento científico, incluindo sua divulgação e ensino. Quanto ao ensino com recurso às analogias, bastante já foi dito sobre os cuidados e sobre as implicações desta estratégia para a aprendizagem em ciências.

A obra de Gaston Bachelard notadamente tem sido citada ao se tratar do progresso do conhecimento científico. Sabe-se, inclusive, que suas contribuições não se restringem ao universo científico. Encontramos também importantes referências às questões educacionais, relacionadas especialmente ao ensino de ciências.

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa com uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana... (Bachelard, 1996).

Embora Bachelard seja enfático em suas críticas relacionadas ao papel das analogias, metáforas e imagens na construção do conhecimento científico, como dissemos anteriormente, não se pode afirmar que ele nega a possibilidade da utilização destes recursos lingüísticos. O “espírito” deve estar pronto para desconstruí-las, afastando-se o máximo possível das imagens que se apresentam à mente.

Inspirados em suas observações epistemológicas construímos um novo conceito – o da **contra-analogia**. Neste contexto, apresentamos uma proposta de caráter complementar ao uso de analogias no ensino de ciências, buscando promover ao processo de ensino-aprendizagem dos fenômenos, modelos e conceitos científicos uma acepção dinâmica, reflexiva e porque não dizer confrontadora.

Para Bachelard, o novo espírito científico desconfia, suspeita, duvida do que se apresenta simples demais; não se acomoda. Como já foi dito, a educação científica deve ser responsável pela instrução e mobilização cognitiva.

No fundo o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos... (...) é necessário estar em estado de mobilização contínua... (Bachelard, 1996)

Todavia, sabemos que estamos diante apenas de uma proposta. Há muito que se investigar; abrem-se novas perspectivas para pesquisas dedicadas aos processos de ensino e de aprendizagem relacionados às estratégias de ensino com recurso às comparações.

Referências

- ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. 3ª Ed. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1999.
- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A. & FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio – Pesquisas em Educação em Ciências*. v. 2, n. 2, 2002.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. – Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BORGES, T. Um estudo de modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol.2. nº3. dez/1997. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acessado em 10 de out. 2006.
- CACHAPUZ, A. Linguagem Metafórica e o Ensino de Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*. 2 (3), p. 117-129. Universidade do Minho, 1989.
- CARUSO, F. & OGURI, V. *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, v.79 n.3, 1995.
- DUARTE, M.C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 10. nº1. mar/2005. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acessado em 20 de jun. 2006.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672, 1991.
- FERRY, A.S. *Analogias, Metáforas e Contra-analogias: uma estratégia didática auxiliar para o ensino de modelos atômicos*. – Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), 2008. (Dissertação de Mestrado)
- GIORDAN, A. & VECCHI, G. *As origens do Saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Trad. Bruno Charles Magne. 2.ed. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GLYNN, S. Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R.H. & BRITTON, B.K. (Eds). *The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 219-240. 1991.

- GOMES, H. J. P. & OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre as influências nas concepções de átomo. *Ciência e Cognição*. v.12, p.96-109, 2007.
- GONZÁLEZ, B.M.G. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. 37(2), 2005. <<http://www.rieoei.org/1080.htm>> Acessado em 12 de dez. 2007.
- HAAPARANTA, L. The Analogy Theory of Thinking. *Dialectica*, 46 (2), 169-183, 1992.
- 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. 1993.
- JUSTI, R.S. & MONTEIRO, I.G. Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.5, n.2, 2000. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5>> Acessado em 14 de jun. 2005.
- LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273, dez. 1996.
- MARCELOS, M.F. *Analogias e Metáforas da Árvore da Vida, de Charles Darwin, na Prática Escolar*. – Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, 2006. (Dissertação de Mestrado)
- MELO, A.C.S. *Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica*. – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. (Dissertação de Mestrado).
- MÓL, G.S. *O uso de analogias no ensino de Química*. – Brasília: Universidade de Brasília – Instituto de Química, 1999. (Tese de Doutorado).
- NEWBY, T. Learning Abstract Concepts: The Use of Analogies as a Mediational Strategy. *Journal of Instructional Development*, 10(2), 20-26, 1987.
- OLIVEIRA, M. *A metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem. Uma abordagem didáctica*. Dissertação de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. 1996.
- SILVEIRA, H. E.; DIAS, S. S. & LEITE, V. M. Obstáculos epistemológicos em livros didáticos: um estudo das imagens de átomos. Candombá – *Revista Virtual*, v.2, n.2, p.72-79, 2006.
- 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*. 2006. <www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11_n1_a1.htm> Acessado em 10 de jul. 2006.
- STERNBERG, R. & RIFKIN, B. The development of analogical reasoning processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 27, 195-232. 1979.
- VENVILLE, G. J.; BRYER, L. & TREAGUST, D. F. Training students in the use of analogies to enhance understanding in science. *Australian Science Teacher Journal*, v.40, n.2, 1994.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência pelas contribuições oferecidas.