

**Universidade Federal de Minas
Gerais
Faculdade de Educação**

CECIMIG

Adriana de Moraes Silva

**O uso de analogias no ensino de
Ciências**

**Belo Horizonte
2007**

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação**

CECIMIG

Adriana de Moraes Silva

O uso de analogias no ensino de Ciências

**Monografia apresentada ao
curso de especialização do
CECIMIG/ FAE/ UFMG,
como requisito parcial à obtenção
do título de especialista em
Ensino de
Ciências**

Orientador: Francisco Ângelo Coutinho

Belo Horizonte

2007

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre a importância do uso de analogias no ensino de Ciências e conscientizar professores de Ciências e outros profissionais da educação da importância que deve ser dada ao tema.

Nos últimos anos tem sido considerável o aumento do interesse de pesquisadores de educação pelo assunto “uso de analogias”. Isso pode ser explicado pelo fato de que elas aproximam um domínio menos familiar de um domínio mais familiar e mais acessível ao mundo do aluno, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Porém, o uso indiscriminado das analogias pode funcionar como um obstáculo à apropriação do conhecimento pelo aluno e, portanto, é importante que ele seja feito de forma consciente. Assim, é necessário que o professor possua um conhecimento didático para mediar e reconhecer as potencialidades e limitações desse recurso. O texto apresenta como as analogias têm sido classificadas por alguns autores, vantagens e desvantagens do seu uso, modelos de ensino com analogias e o uso de analogias em livros didáticos. Além disso, traz uma breve discussão sobre aspectos fundamentais a serem observados para o uso de analogias e algumas propostas para futuras pesquisas que complementarão e enriquecerão o estudo do tema.

Palavras-chave: Analogia, Ensino, Ciências

ABSTRACT

This work has as objective to present a bibliographical revision on the importance of the use of analogies in the education of Sciences and to acquire knowledge professors of Sciences and other professionals of the education of the importance that must be given to the subject. In the last years the increase of the interest of researchers of education for the subject has been considerable use of analogies. This can be explained by the fact to that they approach a less familiar domain of a more familiar and accessible domain to the world of the pupil, facilitating the teach-learning process. However, the indiscriminate use of the analogies can function as an obstacle to the appropriation of the knowledge for the pupil and, therefore, it is important that it is made of conscientious form. Thus, it is necessary that the professor possesss a didactic knowledge to mediate and to recognize the potentialities and limitations of this resource. In this work it will be presented as the analogies have been classified for some authors, advantages and disadvantages of its use, the use of analogies in didactic books and models of education with analogies, Moreover, the work brings one brief quarrel on basic aspects to be observed for the use of analogies and some proposals for future research that will complement and enrich the study of the subject.

Key-words: Analogy, Educations, Science

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	05
CAPÍTULO 1: CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS.....	08
CAPÍTULO 2: VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE ANALOGIAS.....	13
CAPÍTULO 3: MODELOS DE ENSINO DE CIÊNCIAS COM ANALOGIAS.....	17
CAPÍTULO 4: O USO DE ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS.....	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXO 1.....	31

Introdução

O estudo contemplado nessa monografia tem como objetivo principal a apresentação de uma revisão bibliográfica sobre o tema “O uso de analogias no ensino de Ciências”. Através dele espero que professores e outros profissionais da educação conheçam um pouco sobre a importância que deve ser dada a estudos que esclareçam como as analogias podem ajudar ou prejudicar o ensino de Ciências, principalmente no que diz respeito à formação de conceitos.

Nos últimos anos tem sido considerável o aumento do interesse de pesquisadores de educação pelo tema uso de analogias. Uma intensificação de pesquisas nessa área pôde ser observada nas décadas de 80 e 90, o que se traduz em várias publicações em revistas, atas de congressos e até um número temático sobre analogias da revista *Journal of Research on Science Teaching*, publicado em 1993. O uso de metáforas e analogias vem sendo amplamente empregado no ensino, de uma maneira geral e, mais especificamente, no ensino de ciências (Glynn et al (1998); Harrison & Treagust (1994); Ogborn & Martins (1996); Venville & Treagust (1996). Esse interesse pode ser explicado pelo fato de que as analogias ajudam na compreensão e construção do conhecimento pelo aluno. Elas acabam por aproximar um domínio menos familiar (conceito científico a ser esclarecido, também chamado de alvo) de um domínio mais familiar e mais acessível ao mundo do aluno (a analogia, também chamada de veículo). (Glynn et al., 1998).

Podemos definir analogias como estratégias que contribuem no processo de ensino-aprendizagem com modificações conceituais, ajudando na reestruturação da memória já existente e preparando-a para novas informações. O emprego de uma analogia não apenas ajuda ou facilita a aprendizagem de um novo domínio, mas também abre novas perspectivas de visão e, então, reestrutura o análogo. O uso de uma analogia é, portanto, um processo de “mão dupla”, que envolve o desenvolvimento tanto do análogo quanto o do alvo (Nagem et al, 2003). Segundo o dicionário Aurélio, analogia é um ponto de semelhança entre coisas diferentes. Essa definição merece destaque dentre outras, pois aponta para o fato de que o conceito a ser aprendido e o domínio análogo são diferentes, mas apresentam semelhanças que os aproximam e que podem ser aproveitadas para uma melhor visualização e compreensão do conceito científico.

Freqüentemente tem sido apontado por psicólogos que estudam a criatividade, que as analogias e metáforas são constantemente utilizadas por cientistas em suas descobertas. A origem dessa conclusão é o fato de muitos cientistas terem dito que obtiveram o “insight” ou a iluminação durante suas descobertas com a ajuda de uma analogia. Entretanto, os estudos nessa área são escassos. Em astronomia, por exemplo, a descoberta de que a “faixa luminosa”, chamada Via Láctea é uma galáxia na qual estamos situados, foi feita pela analogia com um cata-vento ou disco gigantesco, o que se explica pelo aspecto observado (Nagen et al, 2003).

Para uma melhor compreensão do que é uma analogia, é importante diferenciá-la de uma metáfora. Uma analogia compara, explicitamente, as estruturas de dois domínios, indica a identidade e as partes das estruturas. Uma metáfora compara implicitamente, salientando características ou qualidades relativas que não são coincidentes em dois domínios (Nagen et al, 2003). Portanto, ao usarmos uma analogia, o termo comparativo entre os domínios é claro, enquanto na metáfora ele assume caráter interpretativo (Nagem & Silvia, 2001). Assim, a expressão “João é um leão” é uma metáfora, pois não deixa claro o aspecto comparativo, que assume um caráter interpretativo. Já a frase “João é forte como um leão” esclarece esse aspecto: a grande força de ambos. Trata-se, portanto, de uma analogia (Nagem & Marcelos, 2005).

A partir de 1950, com o movimento cognitivista norte-americano, houve um novo interesse com relação à investigação dos processos conscientes. Dentre aqueles estudados pelos cientistas do movimento cognitivista, os processos analógicos vêm tendo destaque no mundo ocidental como recurso explicativo. Observa-se, que a cognição humana possui mecanismos de associação analógica, praticamente, desde que nasce. Assim, os fenômenos analógicos parecem ser inatos da inteligência humana, já que, ao se observar bebês nos primeiros meses de vida, pode-se constatar que já possuem a capacidade de associar, por exemplo, ritmos a estímulos visuais (Pádua, 2003). Esses estudos nos revelam que as analogias são próprias do ser humano e que são tão naturais, que muitas vezes são usadas inconscientemente. Daí a grande importância de novos estudos que relatem sobre esse aspecto e suas conseqüências durante o processo de ensino-aprendizagem.

Muitos autores concluem que o nosso sistema conceitual comum, que orienta nosso pensamento e nossas ações, é fundamentalmente analógico por natureza. Garcia (1998) coloca que “por uma espécie de automatismo psíquico, uma idéia ou imagem quase sempre nos evoca outra que se lhe opõe ou se lhe assemelha”. Constitui por assim

dizer uma operação normal do espírito estabelecer contrastes e analogias. Essa operação tão normal e às vezes tão espontânea pode atuar como um elo, como um degrau, que nos ajudam na compreensão de vários conceitos e fenômenos. De acordo com Borges (1997), somente podemos aprender o novo em termos do que já conhecemos, sendo as explicações tentativas de compreender algo não familiar em função de coisas com as quais já estamos habituados, isto é, por meio de analogias.

O uso de analogias têm sido defendido por muitos autores, mas também criticado quando feito de forma indiscriminada. Nesse aspecto ele pode funcionar até mesmo como um obstáculo à apropriação do conhecimento pelo aluno (Andrade e Ferrari, 2002). Logo, é importante que ele seja feito de forma consciente e para isso é necessário que o professor possua um conhecimento didático para mediar e reconhecer quais recursos adotados no ensino poderão contribuir para ajudá-lo.

Esse trabalho traz uma pequena abordagem de como as analogias podem ajudar ou não durante aulas e explicações, além de abordar um pouco do que tem sido estudado por diversos autores a respeito do assunto. Assim, pretendo levar o leitor a uma reflexão sobre como as analogias têm sido utilizadas na sua própria prática pedagógica.

No primeiro capítulo será apresentado como as analogias têm sido classificadas por alguns autores. No segundo capítulo algumas vantagens e desvantagens do uso de analogias. O terceiro, traz alguns modelos de ensino com analogias. O quarto, contempla uma pequena abordagem de como as analogias têm sido usadas em livros didáticos. O trabalho termina apontando alguns aspectos fundamentais que devem ser observados ao se usar analogias no ensino de Ciências e relatando algumas propostas para futuras pesquisas que complementarão e enriquecerão o estudo do tema.

CAPÍTULO 1

CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS

De acordo com a literatura existem várias tentativas de classificação das analogias. Algumas delas serão apontadas nesse trabalho com o objetivo de ajudar ao leitor a ter uma melhor compreensão das analogias frequentemente utilizadas durante o processo de ensino e aprendizagem. A classificação das analogias é uma tentativa de organizá-las proporcionando uma utilização mais eficaz dessa ferramenta pelo professor.

Segundo Nagen et al (2003) as analogias podem ser classificadas como:

- Estrutural: quando o objeto analógico pode ser comparado com o objeto real na sua forma. Exemplo: “A molécula de DNA é como uma dupla hélice, em que as bases nitrogenadas estão pareadas.”
- Funcional: quando o objeto analógico pode ser comparado ao objeto real no seu funcionamento. Exemplo: “ O xilema e o floema funcionam como as veias e as artérias, transportando os nutrientes por toda a planta.”
- Conceitual ou congelada: quando os termos já são utilizados há anos, não trazendo nenhuma surpresa ao leitor (congelada) ou quando os termos definem o fenômeno, ou seja, são considerados sinônimos. Exemplo: “A epiderme não é totalmente contínua, ela apresenta poros, ou seja, pequenas aberturas.”
- Antrópica: quando a frase transmite uma idéia de racionalidade, egocentrismo, atribuindo aos objetos ou fenômenos características dos seres humanos. Exemplo: “Os anticorpos são como soldados, eles defendem o nosso organismo de substâncias estranhas.”
- Zootrópica: quando a frase transmite uma idéia de morfologia ou comportamento, atribuindo aos animais. Exemplo: “Na medula a substância cinzenta ocupa o centro do órgão, compondo uma figura semelhante a uma borboleta de asas abertas.”
- Fitotrópica: quando a frase transmite uma idéia de morfologia ou comportamento, atribuindo aos vegetais. Exemplo: “O conjunto formado por brônquios e bronquíolos também é conhecido como árvore respiratória, pois se ramifica assim como os ramos de uma árvore.”

Uma classificação mais simples e mais objetiva encontrada na literatura é segundo a função a ser designada pela analogia. Ela pode ser criativa ou explicativa. A analogia é criativa quando "estimula a solução de problemas existentes, a identificação de novos problemas e a elaboração de novas hipóteses" (Glynn, 1989, p. 383). Um exemplo de analogia criativa é quando se diz que "Os filamentos complementares do DNA torcem-se numa espiral, sugerindo a idéia de uma escada retorcida. Nessa escada os corrimãos são formados por fosfatos e desoxirriboses enquanto os degraus são constituídos pelas bases nitrogenadas pareadas". Nesse caso o aluno é instigado a entender, por exemplo, o que é uma espiral e como ocorre o pareamento das bases. A analogia está promovendo a solução de problemas e a criatividade para resolvê-los. Já a analogia é classificada como explicativa quando apresenta novos conceitos em termos mais familiares para o aluno, mais próximos do seu cotidiano. Por exemplo: para explicar o que são e para que servem as órbitas oculares, o professor pode dizer que elas são "cavidades" existentes na porção superior da face. Elas formam uma espécie de "estojo protetor" para os globos oculares. De acordo com Glynn (1991), a qualidade de uma analogia explicativa pode ser medida se baseando nos seguintes critérios: o número de características comparadas; a similaridade das características comparadas e o significado conceitual das características comparadas. Assim, quanto maior o número de características comparadas maior será o poder explicativo da analogia utilizada. Entretanto, vale a pena ressaltar que uma "boa" analogia pode ser redigida baseada em poucas ou mesmo em uma única característica, desde que tais características atendam às finalidades de quem a propõe. No entanto, se é difícil identificar e mapear as similaridades entre o análogo e o alvo, essa analogia pode ser considerada ruim.

Ferraz e Terrazzan (2001) propõem uma classificação mais elaborada das analogias. Partindo da definição de analogias como ferramentas no processo de construção de noções científicas por aproximarem dois conceitos heterogêneos, eles descrevem um conjunto de nove categorias que dizem respeito ao nível de organização das analogias que são utilizadas pelos professores:

1. ANALOGIAS SIMPLES:

As analogias simples são quase metáforas. Elas não fazem o mapeamento de qualquer atributo do domínio alvo ou análogo, simplesmente comparam uma estrutura do domínio alvo com outra estrutura do domínio análogo de forma breve. Por exemplo, quando um professor de Biologia fala sobre o sistema cardiovascular, ele poderia afirmar que: "*O coração é uma bomba e impulsiona sangue por todo o corpo*". Nesse

caso, o alvo que é o coração apenas é identificado como um objeto, a bomba.

2. ANALOGIAS DO TIPO SIMPLES REFERINDO-SE A FUNÇÃO:

As analogias do tipo simples referindo-se a função são encontradas quando se propõe uma característica funcional do domínio alvo e logo é proposto uma característica funcional do domínio análogo, ou vice-versa. Nesse caso, pode ocorrer que a característica funcional não seja explícita, ela pode simplesmente ser imaginada. Segue-se um exemplo que às vezes é utilizado quando o assunto tratado é sistema respiratório e o alvo a ser explicado é a função dos pêlos do nariz: *“O nosso nariz é cheio de pêlos que funcionam como um filtro, retendo a sujeira e formando o muco”*.

3. ANALOGIAS DO TIPO SIMPLES REFERINDO-SE A FORMA:

Propõe o domínio alvo em referência a forma do domínio análogo. Apresentam a mesma aparência física geral. Segue-se um exemplo desse tipo de analogia quando o assunto tratado é o sistema digestivo: *“O suco pancreático e a bile desembocam no colédoco. O colédoco é como uma forquilha, aqueles ossinhos de galinha que a gente puxa”*.

4. ANALOGIAS DO TIPO SIMPLES REFERINDO-SE A FUNÇÃO E A FORMA:

São analogias que apresentam características dos dois últimos tipos anteriores, tanto referentes à forma como a função. Exemplo: Quando um professor vai explicar o que é a fibrina no tema coagulação sanguínea ele pode dizer que: *“A fibrina é como se fosse aquelas telinhas de mosquito. As células vão ficando presas nesta malha e o “pessoal” (referindo-se aos glóbulos vermelhos e brancos) vai ficando contido na malha, segurando os outros glóbulos brancos e vermelhos que vão chegando”*.

5. ANALOGIAS DO TIPO SIMPLES REFERINDO-SE AOS LIMITES DO ANÁLOGO

Introduz o domínio alvo e logo indica aonde o análogo falha. Exemplo: Quando se fala do sistema cardiovascular o professor pode dizer que *“As artérias têm que ser flexíveis, pois o sangue sai do coração com muita pressão. Elas não podem ser duras como um cano de ferro”*.

6. ANALOGIAS ENRIQUECIDAS.

Fazem o mapeamento explícito de algum atributo do domínio alvo ou análogo. Ou seja, especificam correspondência(s) para as relações analógicas entre o alvo e análogo. Podem ainda conter os limites de validade entre alvo e análogo. Exemplo: Em relação ao sistema digestivo pode-se dizer que *“No intestino delgado desemboca a bile, produzida pelo fígado. A bile é como se fosse um detergente; transforma grandes gotas de gordura em pequenas.”*

7. ANALOGIAS DUPLAS OU TRIPLAS

Dois ou três conceitos alvos diferentes e complementares são explicados por dois ou três análogos, cada um correspondente a um domínio alvo. Exemplo: *“O glomérulo de Malpighi é como se fosse uma bola como uma camada externa como uma esponja que suga a sujeira, é a cápsula de Bowman. Os vasos eferentes vão se enrolando como serpentes nos túbulos, dando oxigênio e recebendo gás carbônico.”* Nesse caso o assunto tratado é o sistema excretor, os alvos são o glomérulo de Malpighi, a cápsula de Bowman e os vasos eferentes. Os análogos são a bola, a esponja e as serpentes, respectivamente.

8. ANALOGIAS MÚLTIPLAS:

Apresentam o conceito alvo e colocam mais de um análogo para explicar o mesmo alvo. Ou seja, vários análogos são usados para explicar um único tópico. Exemplo: Para explicar o são gânglios linfáticos o professor pode dizer que *“Os capilares vão passar pelos gânglios. Os gânglios são como uma estação de trem. Água, impurezas dos capilares linfáticos vão passar pelos gânglios (cheios de glóbulos brancos), que vão servir como um filtro. O gânglio é o local onde o sangue vai ser filtrado, e quando o organismo percebe que está sendo atacado pelos vírus os gânglios produzem mais glóbulos brancos, isso vai caracterizar a íngua, ou seja, estes gânglios vão inchar. Esta ínguas mostram que o organismo está sendo atacado.”* Nesse caso dois análogos foram usados para explicar o alvo: os gânglios linfáticos foram comparados com uma estação de trem e com filtros.

9. ANALOGIAS ESTENDIDAS:

São mais sistemáticas. Vários atributos do conceito alvo são explicados e fazem correspondências ao análogo. Também, uma analogia estendida pode incluir as

limitações da relação analógica. Além disso, uma analogia estendida pode conter ainda mais de um análogo, complementar ao primeiro. Para se explicar a estrutura das proteínas pode-se dizer: *“Cada bolinha deste colar (a professora tem um colar de contas na mão) seria um aminoácido. Este colar esticado mostra a estrutura primária da proteína. Só que esticada a proteína não é funcional. Então elas têm que formar outras estruturas; como um espiral, esta é a estrutura secundária (enrola o colar em espiral). Imaginem um fio de telefone, é todo em espiral. Aqui no meu colar, o meu arame está segurando as bolinhas. Lá nas proteínas o que segura esta estrutura são as ligações entre elas. As ligações por pontes de hidrogênio mantêm esta estrutura. Lembram que eu disse que entre alguns aminoácidos existe o enxofre. O enxofre forma as pontes disulfeto, que também mantém esta estrutura em espiral. Mas a estrutura secundária não é suficiente. Existe uma estrutura terciária. Imaginem um fio de telefone bem comprido. Ele se dobra sobre ele mesmo. Na estrutura terciária a proteína adquire uma forma definida. A estrutura terciária é a mais importante de todas. Além de ter tudo que tem as outras ela é funcional, tem uma função”*.

Além de classificá-las em um dos nove níveis de organização que foram apresentados, Ferraz e Terrazzan (2001) dizem que as analogias utilizadas pelos professores ainda podem apresentar-se sob dois formatos distintos:

- **ANALOGIA VERBAL:** No formato verbal a analogia é explicada somente em palavras. Exemplo: “Os pêlos do nariz funcionam como um filtro que retém as impurezas do ar.”
- **ANALOGIA PICTORICO-VERBAL:** No formato pictórico-verbal a analogia é apresentada em um formato escrito, sendo reforçada por figuras tanto do análogo como do alvo, que podem ser tanto um desenho feito no quadro como uma fotografia projetada. Também pode ocorrer de ser mostrado objetos reais que representam o análogo ou ainda modelos mostrando as relações analógicas. Este tipo de analogia fornece a visualização para os estudantes, enquanto que as analogias verbais requerem que os estudantes produzam suas próprias visualizações (Curtis e Reigeluth, 1984). Um exemplo desse tipo de analogia pode ser visualizado na explicação da estrutura das proteínas no item Analogias Estendidas, quando a professora está com um colar na mão.

Estes foram alguns exemplos de classificações encontrados na literatura. O estudo dessas e de outras classificações ajudam o professor no entendimento de como esse recurso pode prejudicar ou facilitar a aprendizagem. Essas informações podem

auxiliar na escolha de analogias mais propícias para o trabalho e identificar quais delas podem criar obstáculos.

Ao estudar a classificação das analogias o professor está se preparando melhor para trabalhar com elas, tendo assim maiores possibilidades de perceber equívocos que poderão surgir, durante a aula. As classificações e os estudos referentes as analogias podem auxiliar num uso mais coerente dessa ferramenta à medida que ajudam na compreensão da mesma, promovendo um maior aproveitamento desse recurso. Além disso, a classificação da analogia pode ajudar na sua avaliação, tornando mais visíveis suas vantagens e desvantagens durante o processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO 2

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE ANALOGIAS

Como já foi dito anteriormente as analogias são próprias do ser humano e ele se utiliza delas a todo momento, mesmo que inconscientemente, para tentar explicar e/ou compreender algum fato ou na construção dos conceitos científicos. Portanto, o uso dessa ferramenta torna-se útil no ensino de ciências, pois propicia o estabelecimento de relações entre um domínio que é familiar aos alunos (análogo) e outro que lhes é desconhecido (alvo ou conceito científico). Esse recurso poderia favorecer o envolvimento do estudante no processo de construção de seu conhecimento e, conseqüentemente, contribuir para aumentar sua motivação em relação ao ensino de Ciências (Glynn, 1989). Segundo Duarte (2005) algumas potencialidades podem ser citadas na defesa da utilização do uso de analogias no ensino de Ciências:

Levam à ativação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões; tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, podendo promover o interesse dos alunos; constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceitual; permitem que se perceba, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas; podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Um aspecto positivo que merece destaque é que as analogias podem ser úteis na verificação da aprendizagem. Para isso, o aluno deve ser avaliado quanto à compreensão da analogia e a formação do conceito científico em questão. Através dos resultados obtidos tanto o aluno quanto a analogia são avaliados. Uma maneira de realizar esse diagnóstico é instigando o aluno a elaborar sua própria analogia, o que estimulará sua criatividade e ajudará o professor a perceber sua real compreensão a respeito do assunto. De acordo com Nagen et al (2001) pode-se dizer que quando o estudante consegue elaborar outras analogias para explicar satisfatoriamente o mesmo conceito científico em questão, ele realmente atingiu o nível de compreensão necessário para a apropriação do conceito alvo.

Vale também ressaltar que as analogias podem ser vistas como uma inovação pedagógica que representa uma forma dinâmica e adaptativa de se trabalhar a estruturação de conceitos com o aluno, na medida em que estimulam a interatividade dentro da sala de aula.

O uso de analogias como recurso didático em aulas de ciências é defendido por vários autores devido às várias vantagens. Porém, é necessário que ele seja feito de forma consciente, e que os professores estejam também atentos às suas desvantagens ou dificuldades, para que as analogias não se tornem verdadeiros obstáculos à apropriação do conhecimento científico.

Muitos autores alertam para o uso adequado e programado das analogias, diminuindo assim as chances de que elas atuem de forma negativa durante aprendizagem. Um dos autores que mais fortemente alertou para os perigos da má utilização de analogias e metáforas na Ciência e no ensino de Ciências foi Gaston Bachelard que, no seu livro “A formação do espírito científico”, de 1938, introduz o conceito de obstáculo epistemológico. Segundo ele, um obstáculo epistemológico é aquilo que dificulta ou atrapalha a apropriação do conhecimento, são “resistências do pensamento ao pensamento”. Uma analogia, por exemplo, pode funcionar como um desses obstáculos quando faz abuso de imagens usuais, causando a estagnação ou mesmo o regresso do progresso da ciência. Para Bachelard, muitas vezes o uso de imagens e generalizações impedem o processo de abstração, essencial à formação do espírito científico, pois promovem uma visão concreta e imediata de determinado conceito. De acordo com Santos (1996), Bachelard coloca mais claramente no livro “L’activité rationaliste de la physique contemporaine” de 1951, que:

as imagens (...) são, ao mesmo tempo, boas e más, indispensáveis e prejudiciais, é preciso usá-las com medida enquanto são boas e desembaraçar-se imediatamente delas quando se tornam prejudiciais(...) há que desqualificar o uso figurativo de analogias, imagens imediatas e metáforas se constituírem uma ameaça à restauração do continuísmo, se derem primado ao realismo, se não forem psicanalisadas, se tenderem a transformar conceitos abstratos em elementos observáveis – em coisas; há que desqualificar o uso figurativo de analogias e metáforas quando pretendem ser imagens-reflexo, mais ou menos exatas, de uma realidade oferecida à investigação, ou seja, quando pretendem passar por cópias fiéis dessa realidade; há que desqualificar quando se transformam em

esquemas gerais que permanecem (obstáculos epistemológicos) em vez de assumirem um papel transitório.

(Bachelard, 1951, citado por Santos, 1991).

Para Andrade & Ferrari (2002) Bachelard não é contra toda e qualquer utilização de analogias e metáforas, mas sim, contra as que podem reforçar concepções da observação empírica, do senso comum, ou quando elas se tornam cópias fiéis da realidade, em esquemas gerais permanentes, impedindo a compreensão do que se pretende ensinar, tornando-se ou reforçando obstáculos epistemológicos e pedagógicos. Neste caso, agem como barreiras à apropriação do conhecimento científico, fazendo com que este se torne “vulgar”, ou seja, ligado a princípios de generalidade, finalismo e utilidade. Nesse aspecto pode-se dizer que o conhecimento científico é contrariado, pois deve ser racional, oriundo da reflexão. Logo, é preciso “desrealizar” as analogias, para que não tomem o lugar da reflexão, é preciso que elas assumam um papel transitório na construção do conhecimento e não permanente.

Outro autor que ressalta claramente o perigo do uso incoerente das analogias é Glynn (1989). Para ele, quanto ao uso de analogias existem desvantagens como:

- o fato de o aluno, recebendo uma analogia pronta, poder enfrentar dificuldades de aceitabilidade;
- às analogias estarem fora do contexto sócio-histórico dos alunos, podendo gerar grandes dificuldades de compreensão das mesmas;
- a possíveis más interpretações ou não discernimento dos aspectos que são semelhantes e dos que são diferentes entre os domínios da analogia e do alvo;
- ao caso em que não haja um bom direcionamento, onde aspectos irrelevantes podem sobressair em detrimento do principal ou, em outras palavras, quando as partes diferentes forem mais enfatizadas do que as semelhantes;
- às analogias muito parecidas com seus domínios alvo poderem levar a generalizações e, conseqüentemente, a formas de raciocínios equivocadas.

Outros perigos ainda devem ser observados durante o uso de analogias. Um exemplo é o fato de que a maioria dos alunos não reconhecem as analogias como facilitadoras do conhecimento, e sim como o próprio conceito em estudo, o que faz com eles não entendam o papel dessas ferramentas no ensino. Muitos também têm dificuldades em identificar as limitações da analogia, tomando-a como cópia fiel do conceito alvo. Outro fato a ser considerado é que às vezes o que é retido pelo estudante

são detalhes da analogia e não o conceito alvo, fazendo com que o objetivo pretendido não seja atingido (Duarte, 2005).

Como pode ser observado são várias as dificuldades que um professor enfrentará ao usar analogias no ensino de ciências. Por isso é necessário que ele esteja atento para que ao invés das analogias agirem como facilitadoras do conhecimento, atuem como verdadeiros obstáculos. É importante que o professor reflita e prepare suas analogias, tentando antecipar as possíveis dificuldades que surgirão ao longo da aula. Quando a analogia for utilizada de forma espontânea, ou seja, de maneira não programada, a atenção deve ser redobrada. Nesses casos o professor está muito mais propenso a esbarrar nas dificuldades e limitações desse recurso. A falta de preparação do uso da analogia pode trazer sérios danos à aprendizagem do aluno.

O uso espontâneo de analogias é muito criticado na literatura e é melhor que não seja feito, porém sabemos que as analogias são próprias do pensamento humano e às vezes são usadas inconscientemente. Por isso, creio que não convém “proibir” esse uso, mas alertar quanto aos seus perigos e limitações.

Vale constatar que a maioria dos pesquisadores que estudam ou já estudaram o assunto são contra o uso espontâneo de analogias. Para eles o uso deve seguir uma metodologia pensada com atividades previamente estudadas (Anderson & Thompson, 1989). Essa idéia levou à proposta de diversos modelos de ensino, o que pode ser verificado na seção seguinte.

CAPÍTULO 3

MODELOS DE ENSINO COM ANALOGIAS

Os modelos de ensino com analogias têm como objetivo auxiliar no uso racional desse recurso didático, contribuindo para que as dificuldades e limitações desse processo sejam totalmente ou parcialmente superadas.

Segundo Duarte (2005) esses modelos podem ser agrupados em três tipos de acordo com a estratégia que privilegiam: modelos centrados no professor, modelos centrados no aluno e modelos centrados no professor e no aluno.

Entre os modelos centrados no professor destaca-se o Modelo de Ensino com Analogias ("Teaching-with-Analogies"), abreviadamente TWA, desenvolvido por Glynn (1991), e que compreende seis etapas: (1) introduzir o conceito alvo; (2) propôr uma experiência ou idéia como análoga da anterior; (3) identificar os aspectos semelhantes entre o conceito alvo e o análogo (fonte); (4) relacionar as semelhanças entre os dois domínios; (5) esboçar as conclusões sobre o alvo; (6) indicar onde falha a analogia.

Entre os modelos centrados nos alunos destaca-se o Modelo de Analogias Produzidas pelos Alunos, proposto por Wong (1993a,b). Ele se baseia no princípio de que os alunos em vez de serem receptores de analogias vindas do professor, devem ser estimulados a criar, a aplicar, a avaliar e/ou a alterar a analogia produzida. Compreende um conjunto de quatro etapas: (1) explicação do fenômeno em estudo; (2) concepção de analogias que permitam compreender o fenômeno; (3) aplicação da analogia ao fenômeno, apontando as semelhanças e diferenças; (4) avaliação da adequação das analogias propostas. De uma forma geral, o modelo apresenta as seguintes vantagens (Wong, 1993a,b): os alunos podem trabalhar em contexto diferente da situação de resolução de problemas, em que lhes é fornecida a solução; as questões são mais interessantes e relevantes para os alunos, por surgirem de problemas que advêm dos seus conhecimentos prévios; os alunos poderão identificar, confrontar e trabalhar os seus conhecimentos prévios com a mínima intervenção do professor (Wong, 1993a); promove o desenvolvimento da criatividade, da capacidade de tomar decisões e de modelização (Harrison & Treagust, 2000).

De acordo com um trabalho realizado por Duarte e Fabião (2005) a produção de analogias pelos alunos é um processo importante, porém algumas dificuldades devem

ser observadas como por exemplo: o conhecimento científico dos alunos sobre o tópico em estudo, o que se reflete na dificuldade de estabelecer correspondência entre o análogo e o alvo; a seleção dos análogos, que muitas vezes não são selecionados de forma crítica, fazendo com que a analogia não seja “boa” para a compreensão e desenvolvimento do raciocínio.

Entre os modelos centrados no professor e no aluno destaca-se o Modelo de Ensino Assistido por Analogias, proposto por Cachapuz (1989). Ele faz uma distinção entre uma estratégia centrada no aluno (ECA) e uma centrada no professor (ECP). A primeira verifica-se quando o aluno seleciona o domínio familiar, enquanto a segunda surge na situação de ser o professor a apresentá-lo. Apresenta uma seqüência de quatro etapas: (1) apresentação da situação problema/conceito pertencendo ao domínio em estudo; (2) introdução do(s) conceito(s) que pertence(m) ao domínio familiar; (3) exploração interativa da correspondência estabelecida; (4) estabelecimento dos limites da analogia.

Outro modelo encontrado na literatura e que também pode ser classificado como centrado no professor e no aluno é chamado de MECA (Modelo de Ensino com Analogias), desenvolvido por Nagen et al (2001). Como é um modelo desenvolvido por brasileiros, talvez seja mais adequado ao nosso contexto sócio-econômico-histórico-cultural. A seqüência apresentada é: (1) Área do Conhecimento; (2) Assunto; (3) Público; (4) Veículo; (5) Alvo; (6) Descrição da Analogia; (7) Semelhanças e Diferenças; (8) Reflexões; (9) Avaliação. Abaixo estão listadas algumas considerações a serem observadas:

1. Área de Conhecimento (1) diz respeito à definição da área específica a ser trabalhada com os alunos.
2. Assunto (2) refere-se ao conteúdo a ser abordado dentro da área de conhecimento.
3. O item Público (3) visa definir a pessoa a quem se deseja atingir com a analogia, detalhando seu perfil. Essa etapa torna clara a preocupação quanto à adequação do veículo a fatores como idade, conhecimento e experiência prévia do aprendiz, assim como quanto a sua relação com o conhecimento consensual e o contexto histórico em questão.
4. O item Veículo (4) refere-se ao conceito que é conhecido do aluno. Ele é a própria analogia, que pode proporcionar a compreensão do conceito a ser apreendido.
5. O Alvo (5), diferentemente do veículo, é o conceito que é desconhecido.

6. Na etapa da Descrição da Analogia (6), primeiramente, apresentamos e explicamos o veículo e, somente depois passamos a tratar do alvo.
7. Ao se tratar das Semelhanças e Diferenças (7), tentamos explicitar, de maneira objetiva, aquelas relevantes para a compreensão do alvo.
8. No tópico referente às Reflexões (8), cabe analisar, juntamente com os alunos, a validade da analogia, suas limitações, verificando onde ela pode vir a falhar, assim como sua adequação ao conteúdo proposto. Nesse momento, torna-se clara a proposta da metodologia, que é a de propiciar não apenas o entendimento do conteúdo, mas também a atitude crítica e reflexiva sobre a compreensão de conceitos científicos.
9. Avaliação (9) é o foco principal deste trabalho. Nessa etapa, é imprescindível que o aluno seja instigado no sentido de elaborar sua própria analogia, propor um veículo mais familiar às suas experiências e levantar as similaridades e diferenças, explicitando, dessa forma, sua compreensão acerca do objeto de estudo.

Tal como o modelo produzido por Wong, o MECA também incentiva a produção de analogias pelos próprios alunos e defende que esta pode ser uma maneira muito eficiente de avaliar a aprendizagem após o uso desse recurso. Isso pode ser explicado pelo fato de que quando o aluno consegue criar sua própria analogia para explicar de maneira eficiente o conceito científico em questão, pode-se dizer que ele realmente compreendeu o conceito explorado pelo professor. Além de permitir a avaliação do uso da analogia e da compreensão do aluno, durante esse processo a criatividade e o raciocínio do estudante são estimulados. Quando o próprio aluno cria sua analogia, sua interação no processo de ensino-aprendizagem é maior, o que o ajuda na promoção da sua autonomia e da sua auto-estima. O professor tem a chance de avaliar e de modificar as explicações dadas por ele e pelo aprendiz, o que melhora a qualidade do seu trabalho.

Segue-se um exemplo da utilização do MECA desenvolvido por Figueroa et (2005):

Aplicação da MECA para o tema: Classificação dos animais

1. Área de conhecimento: Ciências

2. Assunto: Classificação dos animais

3. Público: Alunos da 6ª série do ensino fundamental

4. Veículo: Biblioteca

5. Alvo: A classificação dos seres vivos

6. Descrição da analogia:

“Conhecer todos os animais, saber como se comportam, como funciona seu organismo ou como se reproduzem não é uma tarefa fácil. Também não é tarefa fácil classificar os livros sobre ciências, história, matemática, nem como encontrá-los em uma biblioteca. Para facilitar o estudo, os cientistas classificam os seres vivos de modo semelhante ao que faz um bibliotecário quando organiza uma biblioteca ou recebe um novo livro para colocá-lo na estante. Observando as semelhanças e as diferenças entre eles, ambos, cientista e bibliotecário, são capazes de saber, com grande precisão a que grupo pertence aquele animal ou a que estante pertence aquele livro. Poderíamos dizer que a classificação dos seres vivos é semelhante a uma grande biblioteca, que, no lugar de livros nós temos os animais.”

7. Semelhanças e diferenças entre a classificação dos animais e a biblioteca:

Semelhanças: São agrupados e classificados de acordo com suas características; animais diferentes podem pertencer a um mesmo grupo, livros diferentes também. Os alunos devem citar outras.

Diferenças: A classificação dos animais não exige espaço físico, a dos livros sim; a classificação dos animais não tem uma forma linear, rígida, a dos livros sim, as estantes. Os alunos devem citar outras.

8. Reflexões: Professor e alunos devem refletir sobre as limitações e potencialidades da analogia.

9. Avaliação: Outras analogias devem ser criadas pelos alunos.

É importante que fique claro que apesar de existirem modelos para serem utilizados no ensino de ciências com analogias, todos têm potencialidades e limitações. Uma das vantagens de se utilizar modelos no ensino de Ciências com analogias consiste no fato de que eles muitas vezes antecedem dúvidas e dificuldades que poderão surgir durante a aprendizagem. Os modelos são criados com base em muitas pesquisas e

observações. Esse processo leva tempo e dedicação e pode tornar o uso de analogias inviável se for feito pelo professor. Outra vantagem é que o professor ao escolher o modelo a ser utilizado está se preparando melhor para trabalhar com a analogia pretendida. Quanto às limitações é bom salientar o fato de que os modelos não são receitas prontas que devem ser seguidos à risca. É importante que o professor saiba escolher o modelo que mais se enquadre ao seu perfil de aluno, respeitando as diferenças existentes entre os estudantes. Algumas vezes serão necessárias pequenas alterações ou complementações, o que tornará o uso do modelo ainda mais eficaz. Como todo recurso didático o uso de modelos no ensino de Ciências com analogias deve ser aperfeiçoado e isso só será possível com o desenvolvimento de mais estudos sobre o assunto.

CAPÍTULO 4

O USO DE ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS

Em geral, os autores de livro-texto fazem uso pouco expressivo de analogias. Isso parece evidenciar que eles desconhecem o potencial das analogias como recursos de ensino. Além disso, a presença de analogias que induzem a erros conceituais ou reforçam concepções alternativas que os alunos possuem em relação a vários conceitos, evidencia que os autores desconhecem e não atribuem a devida importância às dificuldades que os alunos apresentam ao lerem as analogias contidas nos livros. Outro fato é que a maioria dos autores também não levam em consideração as idéias prévias dos estudantes ao usarem analogias em seus textos, deixando assim de explorar o conhecimento que o aluno já tem sobre o assunto em questão.

Muitos livros didáticos brasileiros apresentam analogias e não fornecem nenhuma explicação do domínio análogo e nem discutem suas limitações. Tais aspectos parecem indicar que os autores não consideram a possibilidade de os alunos terem dificuldades em estabelecer relações analógicas e que as analogias são perfeitamente entendidas por eles (Monteiro e Justi, 2000). É possível que os autores deixem a cargo do professor a discussão de tais aspectos das analogias (Souza, 2006). Porém, é importante salientar que nem sempre o professor está presente durante a aprendizagem do aluno, que muitas vezes utiliza o livro sozinho para estudar e complementar a aula. Logo, os autores devem antecipar eventuais dúvidas que podem ocorrer durante esse processo. É necessário que o próprio livro explique suas analogias, mostre as similaridades e as diferenças entre o conceito e o análogo, permitindo assim que o estudante entenda a analogia corretamente. Já quando a analogia é utilizada pelo professor, esse tem como avaliar e seu uso. Percebendo que o efeito não foi o esperado, ele deve explicar a analogia ou complementar sua explicação com outras analogias. O mesmo pode ser feito quando o livro didático é utilizado durante a aula, mas não será feito quando o aluno estiver sozinho.

Vários estudos já foram feitos sobre o uso de analogias em livros didáticos.

Duarte

(2005) cita algumas conclusões desses estudos:

- Existem grandes diferenças entre os livros de texto, quer na quantidade quer na qualidade das analogias incluídas (Curtis & Reigeluth, 1984; González et al, 2000; Monteiro & Justi, 2000; Newton, 2003; Thiele & Treagust, 1995; Thiele et al, 1995).
- Em muitos livros de texto não é feita qualquer tentativa de descrever o análogo ou de mostrar como se deviam usar as analogias fornecidas (Curtis & Reigeluth, 1984; González et al, 2000).
- A maioria dos livros de texto analisados não fazem referência às limitações das analogias (Curtis & Reigeluth, 1984; González et al, 2000; Thiele & Treagust, 1995).
- O repertório de boas analogias parece ser limitado (Curtis & Reigeluth, 1984; Glynn et al, 1989).
- Mesmo os livros de texto que contêm uma "apresentação ou guia para o professor" (onde são dadas informações sobre a organização do manual) não se referem às analogias (nem sequer os livros de texto que contêm "boas" analogias) (Glynn et al, 1989).
- Existe um predomínio de analogias simples, em particular no Ensino Básico; as mais elaboradas aumentam com o nível de escolaridade (Curtis & Reigeluth, 1984; González et al, 2000).
- Estratégias relativas à utilização eficaz de analogias não parecem ser familiares aos autores dos livros de texto (Thiele & Treagust, 1995).
- Algumas analogias, embora inadequadas, permanecem nos livros de texto há mais de cem anos (Stocklmayer & Treagust, 1994).

Tanto as conclusões de Duarte (2005) como a pesquisa na literatura sobre o uso de analogias em livros didáticos mostram que esse ainda é um campo que necessita de muitos estudos. A identificação, a classificação e a informação sobre como utilizar as analogias que estão no livro constituem um vasto campo de pesquisa ainda pouco explorado e discutido entre os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considero o uso de analogias uma forma de raciocínio inerente ao ser humano, o que pode ser confirmado no nosso dia-a-dia: usamos analogias quando falamos, quando tentamos explicar alguma coisa e até mesmo em nossos pensamentos para entendermos algo de novo. Acredito que essa forma de raciocínio deve ser aproveitada durante o processo de ensino e aprendizagem, pois pode atuar como uma ferramenta valiosa e muito útil. Porém, concordo que seu uso deve ser consciente, o que torna a reflexão sobre o assunto de suma importância.

A reflexão crítica de cada professor(a) sobre questões que permeiam o uso de analogias amplia os conhecimentos necessários para o ensino com utilização dessa ferramenta. A partir daí, novas abordagens podem contribuir para que os alunos não apresentem as idéias errôneas e as dificuldades relatadas na literatura (como as comentadas nesse texto) e novas propostas poderão ser testadas. Numa etapa posterior, a divulgação dessas abordagens e dos resultados obtidos com a utilização de novas idéias poderá alimentar a discussão sobre o tema, contribuindo para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Ajudando nessa reflexão e discussão venho por meio desse trabalho sugerir algumas considerações que devem ser analisadas antes de se usar uma analogia.

Como já pôde ser observado o uso de analogias deve ser feito com cuidado para que o objetivo de ajudar o aluno na construção do conhecimento seja alcançado. Portanto, é necessário que o professor esteja atento a algumas observações que lhe ajudará a fazer um uso correto desse recurso de ensino. Muitos autores se preocuparam em chamar a atenção dos professores para aspectos fundamentais a serem observados durante o uso de analogias. Souza (2006), por exemplo, diz que é essencial que o professor:

- estabeleça analogias com domínios que sejam realmente familiares para todos os alunos;
- defina com clareza, para si mesmo, quais relações analógicas podem ser estabelecidas ou não, isto é, tenha consciência de quais são as partes positivas (aspectos semelhantes) e negativas(aspectos diferentes) das analogias utilizadas;
- planeje uma forma de discutir as analogias que conte com a participação efetiva dos alunos;

- favoreça a discussão tanto das partes positivas quanto das partes negativas das analogias, certificando-se de que os alunos as compreenderam adequadamente e perceberam as limitações existentes.

Para Rumelhart e Norman (1981) a melhor forma de ensinar um determinado domínio é proporcionar aos alunos um modelo conceitual que tenha as seguintes características: deverá ser apoiado num domínio onde os alunos tenham conhecimentos e a partir dos quais possam facilmente estabelecer raciocínios; o alvo e o análogo deverão apresentar diferenças mínimas; todos os processos que sejam naturais no domínio desconhecido, também o deverão ser no domínio conhecido; todos os processos que sejam inadequados no domínio alvo, também o serão na sua fonte.

Outro fato importante e que não deve se esquecer é a necessidade de substituir uma determinada analogia por outra, pois o conhecimento científico e tecnológico foi ampliado e novos conceitos surgiram (Nagen et al, 2003). Portanto, é necessário que as analogias sejam substituídas por outras adequadas à realidade. Um bom exemplo disso é o fato de hoje o funcionamento do coração já não mais ser comparado a uma fornalha que aquece o sangue, como já o fora há algum tempo. Essa analogia está totalmente ultrapassada e não seria entendida por grande parte de nossos alunos, e talvez, nem por parte de alguns educadores, por desconhecerem o que é uma fornalha. Isso mostra a necessidade de conhecer bem a analogia que será usada, e mais do que conhecer, evitar usá-la de maneira equivocada.

Quando o professor decide usar as analogias como facilitadoras do processo de apropriação de conhecimentos científicos pelos alunos ele deve sempre estar ciente que dificuldades e complicações poderão ocorrer. É muito importante que o educador esteja preparado para enfrentar os problemas decorrentes desse método, para que o ensino com analogias não se torne um obstáculo à aprendizagem. O meio sócio-cultural, a idade dos alunos e o ambiente em que eles estão também são fatores que não podem deixar de serem observados para um uso coerente das analogias. Além disso, é imprescindível que o uso da analogia seja avaliado, principalmente no que diz respeito ao entendimento do aluno frente ao conceito científico (alvo).

Além de sugerir algumas considerações a serem observadas durante o ensino com analogias gostaria de incentivar a continuidade desses estudos com algumas propostas. Proponho que educadores e pesquisadores invistam na elaboração de metodologias que auxiliem e proporcionem o uso de analogias não somente pelo professor, mas pelo próprio aluno, levando-o ao raciocínio e promovendo sua

criatividade para elaborar outras analogias. Muitos trabalhos que relatam sobre o uso de analogias podem ser encontrados, porém são poucos aqueles que propõem uma ou mais metodologias para o uso efetivo e consciente dessa ferramenta, o que nos mostra que o campo de pesquisa ainda é vasto e necessita de mais estudos. Esse tipo de pesquisa auxilia muito o professor no preparo e no uso de analogias durante suas aulas. É claro que não proponho aqui que os métodos sejam usados como receitas, mas como auxiliares dos professores durante a preparação de suas aulas.

Proponho também que os professores incentivem aos próprios alunos a produzirem suas analogias, pois de acordo com Wong (1993a), quando os alunos elaboram as suas próprias analogias tornam familiares novas situações, reconhecem no problema particularidades do seu conhecimento prévio, estimulam o pensamento abstrato relativo às estruturas e modelos subjacentes.

Outro fato muito importante é a elaboração de trabalhos que estudem a utilização de um tipo específico de analogia, mostrando suas vantagens e limitações, pois cada analogia é única. Isso pode ajudar o professor a estar atento quando se utilizar daquela analogia, chamando sua atenção para aspectos que provavelmente não seriam notados. Os autores de livros deveriam recorrer a esses estudos, citando-os no manual do professor e explorando-os na abordagem da(as) analogia(as) citada(as) em suas coleções.

Como foi relatado nesse trabalho o uso de analogias no ensino de ciências é uma ferramenta valiosa, que pode ajudar na compreensão de um conceito desconhecido pelo aluno. Porém, a utilização desse método deve ser feita com muita atenção para que ele não se torne um verdadeiro obstáculo à apropriação do conhecimento científico. Devido às suas vantagens e dificuldades o tema carece de cada vez mais estudos e pesquisas para que os professores tenham a consciência de como utilizar as analogias coerentemente, evitando conseqüências desastrosas que poderão ocorrer devido à pouca atenção dada a esse assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.; THOMPSON, R. Analogy in a Production System Architecture. In: Vosniadou, S. e Ortony, A. *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge University Press, p. 267-297, 1989.

ANDRADE, B. L.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte, v.02, n. 2, dez 2002.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, 316p, 1996. Tradução de: *La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance*. Paris/FRA: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.

BORGES, A. T. Modelos Mentais. In: XII Simpósio Nacional de Ensino de Física. 1997, Belo Horizonte. Atas... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Física, 1997.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O uso de analogias em aulas de física no ensino superior: algumas considerações. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, 2005. Disponível em < www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/3/pdf/p697.pdf > Acesso em: 05 fev.2007

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

CARVALHO, N. B; JUST. R. S. Papel da analogia do “ Mar de elétrons ” na compreensão do modelo de ligação metálica. *Enzeñaza de lãs Ciências*, Madri, n. extra, 2006.

DAGHER, Z. O Caso das Analogias no Ensino da Ciência para a Compreensão. Em Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. *Ensinando Ciência para a Compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, p.180-193, 2000.

DUARTE, M.C. Analogias na educação em Ciências: Contributos e desafios. *Investigação em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, 2005.

FABIÃO, L. S; DUARTE, M. C. Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo sobre o tema equilíbrio químico com alunos futuros professores de Ciências. *Revista Eletrônica de Enseñansa de lãs Ciências*, Madri, v. 4, n. 1, 2005.

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*, Belo Horizonte, v.04, n. 02, dez 2002.

FERRAZ, D. F ; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio. *Abrapec - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v. 1, n. 3, set/dez 2001.

FERRAZ, D. F ; TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias e o uso sistematizado de analogias: que relação? *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 213- 227, 2003.

FIGUEROA, A. M. S; NAGEM, R. L.; CARVALHO, E. M. Metodologia de ensino com analogias: um estudo sobre a classificação dos animais. *Revista Iberoamericana de Educação*, Madri, n. 34/5, jan. 2005.

FIGUEROA, A. M. S; NAGEM, R. L; CARVALHO, E. M. Analogias para o conceito de incompatibilidade sanguínea a partir de um modelo de ensino. . In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/3/pdf/p324.pdf>> Acesso em: 08 fev. 2007

GARCIA, O. M. *Comunicação em prosa moderna: aprendendo a escrever, aprendendo a pensar*. 14 ed. Rio de Janeiro/BRA, Editora da Fundação Getúlio Vargas. 522p,1988.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. H. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors, 1998. Disponível em <http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html>. Acesso em: 08 fev. 2007

GLYNN, S. Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. Em Glynn, S.M., Yeany, R.H. & Britton, B.K. (Eds.). *The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 219-240, 1991.

GLYNN, S. M. Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In S. W. Glynn, R. H. Yeany and B. K. Britton (Eds.) *The Psychology of Learning Science*. (pp. 219-240) Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1989.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. H. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors, 1998. Disponível em: http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html Acesso em: 02 mar.2007

HARRISON, A.; TREAGUST, D. A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, v.22, n.9,p.1011-1026, 2000.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, v.10, p.1291-1307,1993.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. 'Science Analogies: avoid misconceptions with this sistematic approuch. In: *The Science Teacher*, v.61, p.40-43, 1994.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. F. Actividades para la enzeñanza/aprendizage delá química a través de analogias. *EUREKA- Enseñ. Divul. Cien*, v. 3, n. 1, p. 104-114, 2006.

HESSE, M.B. *Models and Analogies in Science*. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press, 1996.

JUSTI, R.,; GILBERT, J. The Role of Analogue Models in the Understanding of the Nature of Models in Chemistry. In P. Aubusson, A.G. Harrison,; S.M. Ritchie (Eds.). *Metaphor and Analogy in Science Education*, p. 119-130, Dordrecht: Springer, 2006.

MONTEIRO, A. M. F. C. Entre o estranho e o familiar: o uso de analogias no ensino de história. *Cad. Cedes*, Campinas, vol. 25, n. 67, p. 333-347, set./dez. 2005. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br> Acesso em:05 fev. 2007

NAGEN, R. L.; CARVALHAIS, D. O; DIAS, J. A. Y. T. Uma proposta de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*. Braga, v. 14, n. 1, p. 197- 213, 2001.

NAGEM, R. L; FIGUEROA, A. M. S; SILVA, C. M. G, CARVALHO, E. M.. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. CEFET- MG, Belo Horizonte, 2003. Disponível em <http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc> > Acesso em: 04 maio 2007

NAGEN, R. L.;AMARAL, S. E. Analogias e metáforas na educação afetivo-sexual. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo, 2005. Disponível em <http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/3/p806.pdf>> Acesso em:

05mar. 2007

NAGEM, R. L.; MARCELOS M. F. Analogias e metáforas no ensino de Biologia: a árvore da vida nos livros didáticos. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/3/pdf/p206.pdf>> Acesso em: 08 fev. 2007

OGBORN, Jon & MARTINS, Isabel. 'Metaphorical understandings and scientific ideas'. In: *Int. J. Sci. Educ.*, v.18 n.6, p. 631-652, 1996

PÁDUA, I. C. A. Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo. PUC- MG., Belo Horizonte, 2003. Disponível em <<http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/isabelcamposaraujopadua>> Acesso em: 12 fev. 2007

RUMELHART, D.E.; NORMAN, D.A. Analogical processes in learning. In J. Anderson (Eds.). *Cognitive Skills and Their Acquisition*, p. 335-359. Hillsdale: Erlbaum.,1981.

SANTOS, M. E. V. M. As concepções alternativas dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana. In: *Mudança conceitual em sala de aula, um desafio pedagógico*. Lisboa/POR: Livros Horizonte, p.128-164,1991

SILVA, L. L.; TERRAZZAN, E. A.; GAZOLA, C. D. Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Disponível em <http://www.sbf1.subfisica.org.br/eventos/epef/atas/po12-12.pdf> Acesso em: 15 fev.2007

SOUZA, V. C. A.; JUST, 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. *Investigação em Ensino de Ciências*.Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2006.

STOCKLMAYER, S; TREAGUST, D. A Historical Analysis of Electric Currents in Textbooks: A Century of Influence on Physics Education. *Science & Education*, v.3, p.131-154, 1994.

TERRAZZAN, E. A.; PIMENTEL, N L.; DA SILVA, L. L.; BUSKE, R. A, MARY A. L. Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de química, física e biologia. *Enzeãza de lãs Ciẽncias*.Madri, n. extra, 2005.

VENVILLE, G. J.; TREAGUST, D. F. 'The role of analogies in promoting conceptual change in biology'. In: *Instructional Science*, v.24, p.295-320, 1996.

WONG, E. Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30 n.4, p.367-380, 1993a

WONG, E. Understanding the Generative Capacity of Analogies as a Tool for Explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30 n.10, p.1259-1272,1993b.

ANEXO 1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS POR DUARTE (2005)

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. 'The use of analogies in written text'. In: *Instructional Science*, v. 13, p. 99-117, 1984.

GONZÁLEZ, B., M., T.; FERNANDEZ, J. Modelos de Enseñanza com Analogias. Em Martín Sanchez, M. & Morcillo Ortega, J. (eds). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciências Experimentales. Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciências Experimentales*. Madrid: Editorial Nivola, p.161-169, 2000

MONTEIRO, I. G; JUST, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigação em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 5, n. 2, 2000.

NEWTON, L. The Ocurrance of Analogies in Elementary School Science Books. *Instructional Science*, v.31, p.353-375, 2003.

Thiele, R. & Treagust, D. Analogies in Chemistry Textbooks. *International Journal of Science Educacion*, v.17 n.6, p.783-795, 1995.

Thiele, R., Venville, G.; Treagust, D. A Comparative Analysis of Analogies in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. *Research in Science Education*, v.25, n. 2, p.221-230, 1995

GLYNN, S.M.; Britton, B.K.; Semrud-Clikeman, M.; Muth, K.D. Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In J.A. Glover, R.R. Ronning and C.R. Reynolds (Eds.) *A handbook of creativity: Assessment, research and theory*. New York: Plenum, p.383-398, 1989.