

ATIVIDADES DIDÁTICAS COM USO DE ANALOGIAS EM AULAS DE CIÊNCIAS[♦]

Eduardo Terrazzan
Leandro L. da Silva
Naida L. Pimentel
Mary Angela. L. Amorin
Patricia M. Giraldi¹

Núcleo de Educação em Ciências, Centro de Educação, UFSM

Resumo

Neste trabalho, apresentamos os resultados das implementações de Atividades Didáticas com utilização de Analogias em aulas de Ciências, onde procuramos investigar os limites e possibilidades deste recurso, visando estabelecer parâmetros para o uso desse tipo recurso didático em aula.

Palavras-chave: Analogias; Ensino de Ciências; Ensino-Aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte de um projeto mais abrangente intitulado "Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações par o Ensino de Ciências Naturais" onde, inicialmente, nos propusemos a estudar o uso de analogias no Ensino de Ciências, tanto em textos didáticos de ciências como no discurso de professores em aulas de ciências. Num segundo momento, analisamos também o uso de analogias em textos de divulgação científica e em atividades didáticas orientadas, planejadas com esta finalidade.

Em ambas as etapas, partimos da premissa que as analogias são frequentemente utilizadas tanto na vida cotidiana como no contexto escolar. Uma analogia consiste na comparação de características semelhantes e não semelhantes entre dois conceitos ou fenômenos, favorecendo a compreensão dos conceitos/fenômenos. Os elementos que constituem uma analogia são o conceito análogo (representa o conhecimento mais familiar), o conceito alvo (conhecimento menos familiar) e as relações analógicas (conjunto de relações que se estabelecem para comparar características semelhantes e não semelhantes do análogo e do alvo).

A grande quantidade de trabalhos realizados sobre esse tema oferece um amplo panorama, onde encontramos visões distantes sobre o papel que representam as analogias na construção de conhecimentos.

Mediante uma breve revisão da literatura na área de Ensino de Ciências, percebemos três grupos de investigações sobre o uso de analogias como recurso didático no ensino.

O primeiro grupo analisa como as analogias são apresentadas nos textos didáticos, especificando, por exemplo, os tipos de analogias utilizadas, as suas posições no texto, e a forma de organização das apresentações (Curtiz e Raigeluth, 1984, Glynn, 1989, Harrison e Treagust, 1993, Thiele e Treagust, 1995, Monteiro e Justi, 2000, Terrazzan *et al.*, 2000).

O segundo grupo investiga o modo de utilização de analogias por professores em suas atividades de ensino em sala de aula (Dagher, 1995, Thiele e Treagust, 1994, Ferraz, 2001). O terceiro grupo avalia estratégias didáticas para a utilização efetiva de analogias na construção

♦ APOIO: CAPES

¹ Agradecemos a participação em etapas anteriores de Cristiane C. Feltrin, Lilian L. Pozzer e Daliane S. Dias.

de conceitos científicos (Joshua e Dupin, 1989, Brown, 1992, Clement, 1993). Alguns investigadores argumentam em favor das analogias (Glynn *et al.*, 1989, Harrison & Treagust, 1994). Porém, outros são cautelosos quanto a sua utilização, argumentando que as analogias nem sempre levam aos resultados esperados (Duit, 1991, Harrison e Treagust, 1993, Venville et al, 1994).

2 OBJETIVO DA INVESTIGAÇÃO

Nosso trabalho parte do pressuposto que analogias são, em geral, amplamente utilizadas pelos professores no discurso escolar. Contudo, muitas vezes isso ocorre de forma espontânea e não intencionalmente planejada. Neste sentido, tornam-se relevantes estudos que busquem potencializar esta atividade.

Assim, investigamos limites e possibilidades da utilização de Atividades Didáticas com uso de Analogias no processo de ensino-aprendizagem em aulas de Ciências em escolas da rede de Ensino Médio de Santa Maria, visando estabelecer parâmetros para o uso de analogias em sala de aula.

3 PROCESSO INVESTIGATIVO

Em trabalhos anteriores, realizamos um mapeamento das apresentações analógicas em coleções didáticas de Química, Biologia e Física destinadas ao Ensino Médio. Foram selecionadas coleções dentre as mais utilizadas por professores nas escolas de Santa Maria na época da seleção. Com base nesse mapeamento, fizemos uma avaliação da utilização de analogias na apresentação de conceitos científicos nos referidos textos.

As coleções analisadas foram as seguintes:

- Em Química:

- 1) FONSECA, M. R. M. da. (1992) *Química: química geral*, v 1; *Química: físico-química*, v 2; *Química: química organica*, v 3.
- 2) PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. (1993) *Química: na Abordagem do Cotidiano*. v. 1, 2 e 3.
- 3) USBERCO, J. & SALVADOR, E. (1999) *Química: química geral*, v 1; *Química: físico-química*, v 2; *Química: química organica*, v 3.
- 4) FELTRE, R. (1994) *Química: química geral*, v 1; *Química: físico-química*, v 2; *Química: química organica*, v 3.

- Em Biologia:

- 1) AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. (1994) *Biologia das Células*, v.1; *Biologia dos Organismos*, v. 2; *Biologia das Populações*, v. 3.
- 2) LINHARES, S. & GWANDSZAJDER, F. (1994) *Biologia Hoje*, v.1, 2 e 3.
- 3) PAULINO, W. R. (1995) *Biologia Atual*, v. 1, 2 e 3.
- 4) SOARES, J. L. (1996) *Biologia 2o. Grau*, v. 1, 2 e 3.

- Em Física:

- 1) ÁLVARES, B. A. & MÁXIMO, A. (1997) *Curso de Física*. v. 1, 2 e 3.
- 2) BONJORNO, J. R. & RAMOS, C.M.(1992) *Física*. v. 1, 2 e 3.
- 3) GONÇALVES, A. & TOSCANO, C. (1997) *Física e realidade*. v. 1, 2 e 3.
- 4) GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. (1990) *Física*. v. 1, 2 e 3.
- 5) GUIMARÃES, L.A. & FONTE BOA, M. (1997) *Física para o 2º Grau*. v. 1, 2 e 3.

No caso específico da Física a quarta coleção foi escolhida por ser uma referência em cursos de atualização e aperfeiçoamento de professores em serviço, oferecidos pelo Núcleo de

Educação em Ciências da UFSM (onde este trabalho se desenvolve) e a quinta por mostrar-se, desde que tomamos contato com a mesma, rica em analogias.

Mapeamos assim um total de 64 apresentações analógicas nas coleções didáticas de Química, 414 nas de Biologia e 71 nas de Física. Constatamos que as analogias utilizadas são pouco exploradas do ponto de vista didático nas coleções analisadas.

A realização deste levantamento nos levou a refletir sobre a possibilidade de explorar este recurso didático no contexto da sala de aula.

3.1 Elaboração de atividades didáticas com uso de analogias

Em um primeiro momento, elaboramos atividades didáticas com uso de analogias selecionadas entre as identificadas nas coleções em estudo.

Os critérios utilizados para esta seleção foram: a frequência com que as analogias apareciam nos livros didáticos, a possibilidade de estruturação segundo o modelo TWA, que descreveremos a seguir, e a possibilidade de serem inseridas na programação usual das disciplinas.

Para a estruturação das atividades, utilizamos como referência o modelo TWA (Teaching with Analogies), desenvolvido por Glynn (1991). Este modelo surge de uma análise crítica e comparativa sobre a forma como as analogias são apresentadas em diversos livros didáticos. Harrison e Treagust (1994) fizeram uma pequena modificação deste modelo, procurando reduzir a possibilidade de formação de concepções alternativas pelos estudantes.

Este modelo foi escolhido, entre os vários encontrados na literatura da área, por entendermos que o essencial é a compreensão não apenas das relações analógicas pretendidas, como também dos limites de validade da analogia utilizada.

Segundo o modelo TWA, para uma utilização adequada de analogias como recurso didático deve-se procurar seguir uma seqüência de seis passos.

Abaixo apresentamos esta seqüência de acordo com as modificações feitas por Harrison e Treagust:

- 1º Passo - Introdução da “situação alvo” a ser ensinada.
- 2º Passo - Introdução da “situação análoga” a ser utilizada.
- 3º Passo - Identificação das características relevantes do “análogo” utilizado.
- 4º Passo - Estabelecimento das similaridades entre o “análogo” e o “alvo”.
- 5º Passo - Identificação dos limites de validade da analogia utilizada.
- 6º Passo - Esboço de uma síntese conclusiva sobre a “situação alvo”.

A estruturação das atividades obedecem a um certo padrão.

Nos passos 1 e 2 há um pequeno texto de referência para utilização do professor. No 3º passo, são identificadas as características relevantes do análogo utilizado. No 4º passo, há um mapeamento das principais relações analógicas pretendidas; outras poderão surgir, no entanto, pelo menos aquelas levantadas nas atividades devem ser discutidas em sala de aula. Quanto ao 5º passo do modelo adotado, apontamos os limites de validade da analogia utilizada. Para a síntese conclusiva o planejamento apresenta um exemplo de texto como expectativa da produção coletiva de uma turma típica.

3.1.1 Elaboração de atividades didáticas com uso de analogias na disciplina de Química

Elaboramos, até o presente momento, 03 atividades didáticas para a utilização de analogias no Ensino de Química, para posterior implementação em sala de aula.

Selecionamos uma analogia de Química Geral, uma de Físico-Química e outra de Química Orgânica, de acordo com a divisão tradicional apresentada nos livros didáticos de

Química, e abordando, respectivamente, os seguintes conteúdos: cálculos estequiométricos, cinética química e conceito de isomeria.

No quadro abaixo encontram-se caracterizadas estas Atividades Didáticas.

QUADRO 1

Número	Atividades Didáticas estruturadas para a disciplina de Química do Ensino Médio		
	Assunto	Alvo	Análogo
01	Cálculos Estequiométricos	Reações químicas	Receitas culinárias
02	Colisões eficazes e não eficazes	Colisões eficazes e não eficazes entre moléculas de reagentes.	Colisão entre dois veículos
03	Conceito de isomeria	Compostos químicos que possuem a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais.	Palavras diferentes que são escritas utilizando um mesmo conjunto de letras

3.1.2 Elaboração de atividades didáticas com uso de analogias na disciplina de Biologia

Para ensino de biologia foram elaboradas 12 atividades didáticas. Para a 1ª série do ensino médio contamos com 06 atividades, 05 para o tópico de Citologia e 01 para Fisiologia.

Para a 2ª série do Ensino Médio foram estruturadas 03 atividades, para os tópicos de ecologia, evolução e genética.

Para a 3ª série do Ensino Médio foram estruturadas 03 atividades, tratando respectivamente dos tópicos de Fisiologia, Organismos Fotossintetizantes e Classificação Biológica.

No quadro 2, encontram-se caracterizadas as Atividades Didáticas elaboradas.

QUADRO 2

Número	Atividades Didáticas estruturadas para a disciplina de Biologia do Ensino Médio		
	Assunto	Alvo	Análogo
01	Metabolismo celular	Célula	Fábrica de refrigerantes
02	Enzimas	Especificidade das enzimas com os substratos	Especificidade das chaves com as fechaduras
03	Ácidos Nucléicos	Estrutura da molécula de DNA	Estrutura de uma escada de corda torcida
04	Síntese Protéica	Mecanismo da síntese de proteínas na célula	Mecanismo de funcionamento de um toca-fitas
05	Cromossomos, genes e o código genético	Genes contidos nos cromossomos e o código genético	Receitas contidas nos livros culinários e a linguagem alfabética
06	Fisiologia humana	Sistemas e órgãos do corpo humano, suas funções e relações	Estruturas celulares, suas funções e relações
07	Ecologia	Hábitat e nicho ecológico de uma espécie	Endereço e profissão de um indivíduo
08	Evolução	Linha do tempo da formação do Universo em 15 bilhões de anos	Linha do tempo da formação do Universo em 24 horas

09	Genética	Informações contidas na molécula de DNA, transmitidas através das bases hidrogenadas.	Conhecimento de um povo, transmitido através das letras do alfabeto.
10	Fisiologia	Organismo pluricelular	Uma grande cidade
11	Fotossíntese	Organismos fotossintetizantes	Fábrica produtora de alimentos
12	Classificação dos seres vivos	Organização taxonômica dos seres vivos	Organização de produtos na prateleira de um supermercado

3.1.3 Elaboração de atividades didáticas com uso de analogias na disciplina de Física.

Na disciplina de Física, contamos com 10 atividades didáticas estruturadas segundo o modelo TWA, referente aos tópicos de Eletromagnetismo (06), Óptica (03) e Física Térmica (01).

No quadro 3, encontram-se caracterizadas as Atividades Didáticas elaboradas.

QUADRO 3

Número	Atividades Didáticas estruturadas para a disciplina de Física do Ensino Médio		
	Assunto	Alvo	Análogo
01	Dilatação Térmica	Agitação térmica entre partículas	Forças elásticas de molas atuando entre bolas de isopor
02	Eletrodinâmica	Circuito elétrico simples	Circuito hidráulico
03	Processos de eletrização	Eletrização por contato	Funcionamento de vasos comunicantes
04	Modelo de corrente elétrica	Fluxo de elétrons no interior de um condutor	Fluxo de pessoas num corredor de shopping center
05	Refração da luz	Modificação da trajetória de um feixe de luz ao mudar de meio	Modificação da trajetória de duas rodas presas a um eixo ao mudarem de terreno
06	Polarização da luz	Passagem de parte de um feixe de luz comum incidindo num polarizador	Passagem de parte de um feixe de bastões (palitos de fósforo) incidindo numa grelha (peneira de fendas)
07	Energia potencial elétrica	Energia potencial de um sistema elétrico	Energia potencial de um sistema mecânico (sistema massa-mola)
08	Tensão elétrica	Fluxos de carga em um condutor	Fluxo de água em um cano
09	Intensidade do campo elétrico	Campo elétrico	Campo de cheiro
10	Óptica	Funcionamento do Olho Humano	Funcionamento de uma Máquina fotográfica

Um exemplar de uma atividade didática encontra-se em anexo.

3.2 Implementação em sala de aula e avaliação das atividades didáticas implementadas

Concluída a elaboração destas atividades didáticas, passou-se à implementação em sala de aula.

Até o momento, foram implementadas 08 atividades em Biologia, 08 em Física e nenhuma em Química.

As atividades referentes à disciplina de Biologia foram implementadas em turmas de 1ª e 3ª séries do Ensino Médio do Colégio Manoel Ribas em Santa Maria. Os professores implementadores eram alunos bolsistas de iniciação científica com regência de classe.

Na disciplina de Física, as atividades didáticas foram implementadas em escolas da região de Santa Maria, junto às turmas de responsabilidade dos professores do GTPF/NEC - Grupo de Trabalho de Professores de Física do Núcleo de Educação em Ciências. Este grupo está em atividade já há alguns anos, e através dele o Núcleo de Educação em Ciências busca estabelecer formas institucionais de Formação Continuada de Professores, bem como parâmetros necessários para a elaboração e avaliação de propostas curriculares mais flexíveis e abrangentes para o ensino da Física na Escola Média, e de inovações didático-pedagógicas para o seu desenvolvimento.

A tabela a seguir informa as atividades implementadas em sala de aula e os respectivos professores implementadores nas disciplinas de Biologia e Física:

TABELA 1

Atividades implementadas em sala de aula			
Em Biologia		Em Física	
Atividade	Professor(es) implementador(es)	Atividade	Professor(es) implementador(es)
01	<i>L.L.P e D.F.F</i>	01	<i>J.S.N e L.M.S.</i>
02	<i>L.L.P e D.F.F</i>	02	<i>C.C.F. e C.L.H.</i>
03	<i>L.L.P e D.F.F</i>	03	<i>T.V.C., M.S. C.C.F, A.S., e L.L.S.</i>
04	<i>L.L.P e D.F.F</i>	04	<i>C.C.F. e L.M.S</i>
05	<i>L.L.P e D.F.F</i>	05	<i>C.C.F, A.S. e M.S.</i>
06	<i>L.L.P e D.F.F</i>	07	<i>L.L.S.</i>
10	<i>P.M.G.</i>	09	<i>L.L.S.</i>
11	<i>P.M.G.</i>	10	<i>A.S. e M.S.</i>

Foram utilizados como instrumentos para a realização da avaliação das implementações das atividades:

- videogravação das aulas ministradas;
- diários dos professores, com relatos sobre as aulas ministradas.
- produção escrita dos alunos durante as aulas;

A produção escrita dos alunos refere-se ao preenchimento de fichas, entregues durante o desenvolvimento das atividades didáticas em sala de aula, pelos alunos, relacionadas aos passos 4, 5 e 6 do modelo TWA.

Ficha 1- Estabelecimento de correspondências entre assunto análogo e alvo,

Ficha 2- Indicação dos limites de validade da analogia utilizada,

Ficha 3- Elaboração de uma síntese conclusiva sobre o conceito alvo.

Com base na análise dos instrumentos de avaliação, apontamos algumas evidências obtidas das implementações das atividades didáticas em aulas de física e de biologia.

- A maior parte dos alunos participou de todas as etapas do desenvolvimento do trabalho, apesar da resistência inicial por parte de alguns, especialmente quando as atividades solicitadas eram mais elaboradas e exigiam maior concentração.
- A maioria dos alunos estabeleceu as correspondências esperadas entre as situações *alvo* e *análoga*.
- O desenvolvimento do 3º passo do modelo mostrou-se imprescindível, quando os alunos desconheciam o análogo proposto.

“O passo 3 foi fundamental, pois os alunos não recordavam os conceitos envolvidos no análogo proposto” (C.C.F.)

- Alguns alunos estabeleceram relações analógicas entre *alvo* e *análogo*, para além dos aspectos relevantes em nosso trabalho.
- O desenvolvimento do quinto passo do modelo, identificação dos limites de validade da analogia utilizada, foi considerado pelos alunos como a etapa mais difícil do trabalho, sendo que a maioria não conseguiu realizá-lo sem a intervenção dos professores.

“...poucos alunos conseguem identificar os limites de validade da analogia utilizada, sem o auxílio do professor” (L.L.S.)

- Em geral, os alunos não perceberam de imediato a função didática do uso de analogias; pareceu-lhes um rompimento com a programação prevista para ensinar um tópico extra, o que fica evidente na fala de uma das professoras implementadoras.

“Parece que os alunos não conseguiram visualizar os dois assuntos como análogos e então ficou muito difícil estabelecer as relações. Agiram como se o análogo fosse um outro assunto novo que estavam aprendendo, mas não entenderam porque “apareceu do nada” um assunto relacionado a líquidos” (T.V.C.).

Especificamente nas aulas de Física:

- Nas atividades didáticas onde foram utilizados análogos internos a própria área do conhecimento, obtivemos os mais baixos índices de estabelecimento de correspondências, fato este evidenciado na análise da produção escrita dos alunos. Alguns alunos sugeriram que todas as analogias fossem construídas a partir de situações familiares, e que não se utilizassem como análogos modelos/conceitos/fenômenos tratados anteriormente nas disciplinas escolares (Ex.: Energia potencial de um sistema elétrico/Energia potencial de um sistema mecânico (sistema massa-mola).
- Na implementação de duas das atividades didáticas, ocorreram sugestões de duas analogias, não previstas, uma entre equilíbrio térmico e equilíbrio eletrostático e outra entre campo gravitacional e campo elétrico.

A partir das evidências obtidas das implementações das atividades podemos inferir algumas considerações mencionadas abaixo:

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento, as evidências obtidas das implementações das atividades elaboradas, permitem afirmar que o conceito análogo deve ser o mais familiar possível aos alunos, afim de facilitar o estabelecimento de correspondências entre *alvo* e *análogo* bem como a compreensão do conceito *alvo*. Sendo que um conceito já estudado anteriormente não garante

a efetividade como análogo. Percebemos que alguns alunos geram seus próprios análogos, adquiridos em outras situações da etapa escolar ou de sua vida cotidiana.

Os alunos geralmente consideram como sendo uma analogia uma relação de similaridades entre dois conceitos, fenômenos, etc. Talvez por isso, apresentem alguma dificuldade para estabelecer os limites de validade das analogias.

A implementação de uma atividade de ensino diferente daquela tradicionalmente utilizada em sala de aula pode ser desenvolvida com sucesso, ultrapassada a resistência inicial que os alunos apresentam num primeiro contato com uma nova atividade didática.

Porem, os melhores resultados em termos de desenvolvimento geral da aula (participação, preenchimento de fichas, etc.) foram aqueles obtidos nas turmas que contaram com o maior número de implementações. Ou seja, com o decorrer das implementações, os alunos iam familiarizando-se com este tipo de atividade.

Por fim, é importante ressaltar que qualquer atividade de ensino deve ser bem estruturada, com seus objetivos e etapas explicitamente delimitados, a fim de que os alunos não se detenham em aspectos irrelevantes para a atividade proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, B. A., MÁXIMO, A., (1997). Curso de Física. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Scipione.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R., (1994). Biologia das Células, v.1; Biologia dos Organismos, v.2; Biologia das Populações, v.3. São Paulo/BRA: Moderna

BONJORNO, J. R., RAMOS, C. M., (1992). Física. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: FTD.

BROWN, D. E., (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in Physics: Factors influencing conceptual change. In: Journal of Research in Science Teaching, 29(1), 17-34.

CLEMENT, J., (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students preconceptions in physics. In: Journal of Research in Science Teaching, 30(10), 1241-1257.

CURTIS, R. V., RAIGELUTH, C. M., (1984). The use of analogies in written text. In: Instructional Science, 13, 99-117.

DAGHER, Z., (1995). Analysis of analogues used by science teachers. In: Journal of Research in Science Teaching, 32(3), 259-270.

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

FELTRE, R., (1994). Química: química geral, v1; Química: físico-química, v2; Química: química organica, v3. São Paulo/BRA: Moderna

FERRAZ, D. F., TERRAZZAN, E. A., (2001). O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. In: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 1 (3), 124-135.

FONSECA, M. R. M. da., (1992). Química. São Paulo/BRA: FTD.

GLYNN, S. M., (1989). The teaching with analogies model: Explaining concepts in expository texts. Children's Comprehension of Narrative and Expository Text: Research into Practice. K. D. Muth (ed.), International Reading Association, Neward, D. E., pp. 185-204.

- GONÇALVES, A., TOSCANO, C., (1997). Física e Realidade. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Scipione.
- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1990). Física. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: EDUSP.
- GUIMARÃES, L. A., FONTE BOA, M., (1997). Física para o 2º Grau. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Harbra.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D., (1993). Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics. In: Journal of Research in Science Teaching, 30 (10), 1291-1307.
- JOSHUA, S.; DUPIN, J.J., (1987). Taking into account student conceptions in instructional strategy: an example in physics. In: Cognition and Instruction, 4, 117-135.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F., (1995). Biologia Hoje. 4ed. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Ática.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S., (2000). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. In: Investigações em Ensino de Ciências, 5 (2).
- PAULINO, W. R., (1995). Biologia Atual. 7ed. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Ática.
- PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L., (1993). Química: na Abordagem do Cotidiano. v.1, 2, 3. São Paulo/BRA: Moderna.
- SOARES, J. L., (1996). Biologia do 2.º grau. 1ed. v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Scipione.
- STAVY, R. e TIROSH, D., (1993). When analogy is perceived as such. In: Journal of Research in Science Teaching, 30(10), 1229-1240
- TERRAZZAN, E. A., (1996). Analogias y metáforas en la enseñanza de las ciencias naturales. In: Atas do Primer Congreso Internacional de Formacion de Profesores, Santa Fé/ARG.
- TERRAZZAN, E. A. et al., (2000). Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas. In: Anais do III Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, Porto Alegre/BRA.
- THIELE, R. B., TREAGUST, D. F., (1994). Na Interpretive Examination of High School Chemistry Teachers Analogical Explanations, Journal of Research in Science Teaching, 31 (3): 227-242.
- THIELE, R. B., TREAGUST, D. F., (1995). Analogies in Chemistry Textbooks, International Journal of Science Education, 17(6) 783-795.
- USBERCO, J. e SALVADOR, E. (1999). Química, v.1; v.2; v.3. São Paulo/BRA: Saraiva.
- VENVILLE, G. J., BRYER, L. E TREAGUST, D. F., (1994). Training students in the use of analogies to enhance understanding in science. In: Australian Science Teacher Journal, 40(2), 60-66.

ANEXO

**ATIVIDADE DIDÁTICA COM USO DE ANALOGIA
SEGUNDO O MODELO TWA**
ORIENTAÇÕES PARA PROFESSORES
1º Passo: Apresentação da "situação alvo" a ser tratada

Inicialmente pode ser feita uma exposição dialogada acerca dos pontos principais relativos ao “Processo de eletrização por contato”. O texto que segue pode ser usado como base esse diálogo, que deve ser acompanhado de figuras ilustrativas do fenômeno, desenhadas e/ou projetadas no quadro.

Uma das formas de eletrizar um objeto condutor neutro é colocá-lo em contato com outro condutor que esteja carregado, positiva ou negativamente

Vamos imaginar dois objetos A e B, o primeiro carregado negativamente e o segundo neutro. Se ligamos estes objetos por um fio condutor, ou simplesmente encostamos um no outro, depois de um certo tempo, haverá uma distribuição da carga negativa, inicialmente toda ela localizada no objeto A, entre os dois objetos A e B.

Após essa nova distribuição podemos desconectar ou afastar, os objetos condutores e eles estarão ambos carregados negativamente. Surge então uma questão: qual dos objetos fica com a maior parte (porcentagem) da quantidade de carga negativa total?

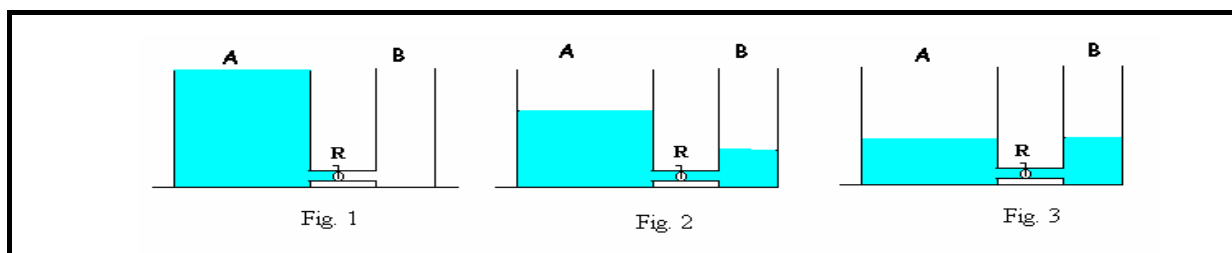
A grosso modo, podemos afirmar que essa distribuição dependerá do tamanho relativo entre os condutores. No entanto, ao final deste processo, sempre teremos que a carga total inicial contida em A será igual à soma das cargas finais de A e de B. De modo mais geral (e mais sintético) podemos dizer que, em qualquer processo semelhante, a distribuição de cargas obedece à relação: $Q_A \text{ inicial} + Q_B \text{ inicial} = Q_A \text{ final} + Q_B \text{ final}$. Isto corresponde a um princípio importante da Física que é o Princípio da Conservação da Carga Elétrica

2º Passo: Apresentação da "situação análoga" auxiliar

A seguir, para auxiliar na compreensão do processo de distribuição de cargas entre dois condutores em contato sugere-se o uso de uma analogia, como a proposta a seguir:

Consideremos dois recipientes, que não precisam ser do mesmo tamanho, nem possuir a mesma forma, cujas bases estão ligadas por meio de um tubo. Inicialmente (fig. 1) só o recipiente A contém água. Quando o registro R é aberto, a água começa a passar do recipiente A para o recipiente B (fig. 2). Este processo continua até o sistema atingir uma situação de equilíbrio.

Isto ocorre quando as alturas do líquido em ambos os recipientes se igualam (fig. 3). Porém, como Isto ocorre quando as alturas do líquido em ambos os recipientes se igualam (fig. 3). Porém, como as bases dos recipientes são diferentes, as quantidades de água serão também diferentes em cada recipiente, ou seja, na situação de equilíbrio haverá mais água em A do que em B. Fisicamente, este equilíbrio é atingido quando as pressões no fundo de ambos os recipientes forem iguais.



3º Passo: Identificação das características relevantes do análogo

Neste passo, mediante uma discussão coletiva, devem ser estabelecidas as características relevantes do análogo utilizado. A seguir, algumas destas características são apontadas. Outras poderão surgir. No entanto, pelo menos estas deverão ser discutidas pelo professor.

1. Formas e tamanhos dos recipientes podem ser quaisquer
2. Comunicação entre os recipientes deve ser posicionada, preferencialmente, próxima à base dos mesmos
3. A situação de equilíbrio não é determinada pela quantidade (volume) de água em cada recipiente, mas pela altura da coluna de água em cada um deles.
4. O equilíbrio é atingido quando as alturas forem iguais e, portanto, quando as pressões no fundo de cada recipiente forem iguais

4º Passo: Estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo

Neste passo, a partir da caracterização do análogo os alunos devem ser solicitados a fazer comparações entre as situações alvo e análoga, e a preencherem individualmente a FICHA 1. Estas devem ser recolhidas para análise posterior. Abaixo, temos uma lista de possíveis comparações que devem ser garantidas pelo professor na discussão após o preenchimento das fichas.

FUNCIONAMENTO DE VASOS COMUNICANTES	ELETRIZAÇÃO POR CONTATO
Distribuição de líquido entre dois vasos comunicantes	Distribuição de cargas entre dois condutores em contato
Quantidade de água (massa= m ou volume= V)	Quantidade de carga (Q)
Altura da coluna d'água/Pressão no fundo do recipiente (h/P_{fundo})	Potencial elétrico (V)
Equilíbrio hidrostático ($h_A=h_B/P_{A \text{ fundo}}=P_{B \text{ fundo}}$)	Equilíbrio eletrostático ($V_A=V_B$)

5º Passo: Identificação dos limites de validade da analogia utilizada

Deve-se solicitar que, após preencherem a FICHA 1, os alunos também tentem indicar no verso da ficha as características da situação análoga que não encontram correspondência na situação alvo e vice-versa, ou seja, pontos onde a analogia falha. De todo modo, sempre é necessário que o professor sistematize este passo. Abaixo, temos exemplos de limites de validade para esta analogia.

Nos vasos comunicantes, a ligação deve ser feita, preferencialmente, próxima à base dos recipientes. No entanto, para colocar dois condutores em contato, a ligação pode ser feita em qualquer ponto.

6° Passo: Esboço de uma síntese conclusiva sobre a "situação alvo"

Elaboração individual de uma síntese conclusiva pelos alunos, que deverá ser registrada na FICHA 2 e recolhida para análise posterior. Após deve ser feita uma sistematização coletiva no quadro das sínteses realizadas pelos alunos. Ao final, o professor deve retomar as características básicas da situação alvo a partir desta sistematização. O texto a seguir pode servir de base para uma exposição dialogada, orientada pelo professor, sobre esta síntese.

Um objeto neutro pode ser eletrizado se for ligado/conectado, por um fio condutor, a um objeto inicialmente carregado. As cargas inicialmente localizadas no objeto A, se movimentarão para o objeto B até que seja atingido o equilíbrio eletrostático, ou seja, até que os dois condutores atinjam o mesmo “potencial elétrico”. Entende-se por potencial elétrico de um objeto condutor carregado, a “quantidade de energia” por unidade de carga, numa determinada situação de eletrização desse objeto. A quantidade de carga que o objeto inicialmente irá transferir para o objeto neutro dependerá do tamanho relativo dos condutores dos condutores. Entretanto, pelo Princípio da Conservação da Carga, teremos sempre que a carga antes do contato será igual a soma das cargas nos dois objetos, após o contato entre eles.