

## **ATIVIDADES DIDÁTICAS BASEADAS EM ANALOGIAS NUMA PERSPECTIVA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

### **DIDACTICAL ACTIVITIES BASED IN ANALOGIES WITH A PERSPECTIVE OF PROBLEM SOLVING**

**Luciana Bagolin Zambon<sup>1</sup>, Eduardo A. Terrazzan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Educação/Núcleo de Educação em Ciências,  
luzambon@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Educação/Núcleo de Educação em Ciências,  
eduterrabr@yahoo.com.br

#### **Resumo**

Analogias são consideradas recursos didáticos potencialmente úteis, na medida em que, auxiliam os alunos a compreender conceitos/fenômenos/assuntos que são desconhecidos, mediante as relações de semelhança e de diferença estabelecidas com outros que eles já conhecem. Há algum tempo, nossa equipe vem estudando o uso de Atividades Didáticas baseadas em Analogias (ADA), estruturadas segundo o modelo Teaching with Analogies (TWA), em aulas de disciplinas da área de Ciências Naturais, sobretudo no Ensino Médio. Mais recentemente, tomamos por desafio reorganizar as ADA do nosso acervo numa perspectiva de Resolução de Problemas, ou seja, utilizar as analogias como um recurso didático para o enfrentamento de situações-problema contextualizadas. Neste trabalho, analisamos e discutimos o processo e os resultados da implementação de 02 ADA em aulas de Física para a 2ª série do Ensino Médio, realizada por um dos autores (LBZ), no âmbito do desenvolvimento de seu Estágio Curricular, junto ao Curso de Licenciatura em Física da UFSM. Uma das atividades trata do fenômeno da Dilatação dos Sólidos e a outra do Conceito de Capacidade Térmica. Para avaliar tais implementações, analisamos fichas preenchidas pelos alunos e registros de observações realizadas pela professora. Observamos que, inicialmente os alunos tiveram muitas dificuldades em preencher as fichas que solicitavam as correspondências entre alvo e análogo e os limites de validade da analogia; já na segunda atividade realizaram esta tarefa com mais autonomia. O estudo realizado até o momento evidencia positivamente que a introdução de situações-problema como orientadoras do desenvolvimento das ADA em sala de aula, auxilia efetivamente a percepção do assunto tratado e o estabelecimento de relações com fatos/fenômenos cotidianos, por parte dos alunos. Além disso, tal procedimento auxiliou na explicitação das idéias intuitivas dos alunos sobre aquele assunto.

**Palavras-chave:** Analogias, Resolução de Problemas, Ensino de Física

#### **Abstract**

The analogies are considered as useful didactical resource as they helps to the learner to comprehend/understand concepts/phenomena/subjects unknown through relations similarity and differences established with others already known. A long time, our team has been studying the use of Didactical Activities based in

Analogies (ADA), structured according to Teaching with Analogies (TWA) model, in the classes of Natural Science area subjects, mainly in the High school. Recently, we take as a challenge to reorganize the ADA of our collection with a perspective of Problems Solving, in other words, use the analogies as a didactical resource to confront contextualized problem-situations. In this work, we analyses and discuss the process and the implementation results of two (02) ADA in the Physics class for the second grade in High school, executed by one of authors (LBZ), as a part of her Curriculum Stage linked to the undergraduate course of Physics at Federal University of Santa Maria (UFSM). One of the activities treats the phenomenon of Solids Dilatation and the other treats the Concepts of Thermal Capacity. To evaluate such implementations, we have analyzed questionnaire filled by the students and registers of observations done by the teacher. We observed that, initially the students has difficulties for filling the questionnaires which solicited the correspondences between target and analog and the limits of validity of the analogy, in the second activity they executed the task with more autonomy. The study accomplished until now, shows positive evidence that the introduction of the problem-situations as guide to the development of the ADA in the classroom, helps effectively the perception of the treated subject and the establishment of relations with daily facts/phenomena, by the students. In addition, such procedure helped to make explicit the intuitive student ideas about that subject.

**Keywords:** Analogies, Problem-Solving, Physics Teaching.

### ***Introdução***

O uso de analogias como recurso didático em sala de aula tem sido investigado por vários pesquisadores em Ensino de Ciências (Aragón et al, 1999; Duit, 1991; Lawson, 1993; Justi et al, 2006). Estes pesquisadores apontam vantagens no uso de analogias, tais como: partem da experiência cotidiana dos alunos (Aragón et al, 1999); propiciam a visualização de abstratos (Duit, 1991). No entanto, alguns apontam também desvantagens como, por exemplo, o fato de a analogia não possuir um ajuste exato entre alvo (conceito a ser ensinado) e análogo (conceito familiar), o que pode possibilitar que características que não sejam compartilhadas, sejam atribuídas ao alvo (Duit, 1991).

Em geral, estas pesquisas apontam as analogias como recursos potencialmente úteis, na medida em que, auxiliam os estudantes a compreender/entender conceitos/fenômenos/assuntos desconhecidos mediante as relações de semelhança e de diferença que se estabelecem com conceitos/fenômenos/assuntos familiares/conhecidos para esses estudantes.

Para Lawson existem dois tipos de conceitos: os descritivos, os quais possuem exemplares perceptíveis no ambiente – por exemplo, os conceitos de *líquidos, sólidos e gases*; e os teóricos, os quais não possuem exemplares perceptíveis – por exemplo, os conceitos de *gene, quark, átomo*.

Segundo Lawson, para ensinar os conceitos que são descritivos, o professor ou autor de Livro Didático pode apresentar figuras/exemplares destes conceitos. No entanto, o professor e os autores de Livros Didáticos não podem apresentar figuras/exemplares de conceitos teóricos. Sugere, então, que para o ensino destes conceitos sejam utilizadas analogias.

Nos trabalhos realizados por nossa equipe, analisamos diversos tipos de materiais - como Livros Didáticos, Revistas de Divulgação Científica, Vídeos de Divulgação Científica - buscando identificar as analogias utilizadas pelos autores destes materiais. Depois de identificadas e catalogadas, analisamos estas apresentações analógicas segundo o grau de contemplação dos passos do modelo Teaching with Analogies (TWA) e selecionamos as apresentações que serão utilizadas em sala de aula. Utilizamos o termo Apresentação Analógica para nos referir ao modo como os autores utilizam a analogia, visto que uma mesma analogia pode ser utilizada por diversos autores e de maneira diferente.

Para fazer esta seleção, nos baseamos na idéia de potencial didático das analogias, sendo que utilizamos como um dos indicadores desse potencial a contemplação dos passos do modelo TWA. Porém, em alguns de nossos trabalhos (Zambon; Terrazzan, 2006; Zambon; Terrazzan, 2007a, Zambon, Terrazzan, 2007b) percebemos que, em geral, a maioria dos passos essenciais para uma boa compreensão de analogias, raramente são contemplados. Assim, consideramos que é possível usar em sala de aula as analogias-base identificadas, porém estas devem ser estruturadas em formas de apresentação mais adequadas.

Neste sentido, organizamos as analogias-base selecionadas como Atividades Didáticas baseadas em Analogias (ADA), as quais têm como referência o modelo TWA, proposto por Glynn (1989), modificado por Harison e Treagust (1993) e composto de seis passos: 1) Introduzir a 'situação alvo' a ser aprendida; 2) Introduzir a 'situação análoga' a ser utilizada; 3) Identificar as características relevantes do 'análogo'; 4) Mapear as semelhanças entre o 'análogo' e o 'alvo'; 5) Identificar os limites de validade da analogia; 6) Extrair conclusões sobre a 'situação alvo'.

Nas atividades que estruturamos tomando como referência este modelo, indicamos os procedimentos previstos, passo a passo, na seqüência idealmente prevista. No entanto, entendemos que, na implementação destas atividades em sala de aula a seqüência pode ser modificada, ou seja, a seqüência temporal dos passos não precisa ser necessariamente sempre a mesma, mas pode modificar-se em cada caso. Neste sentido, estamos preferindo utilizar o termo *dimensão*, conforme proposta de Lopes (2004) ao invés de *passo/fase/etapa*.

Alguns autores têm criticado o modelo TWA (Galagovsky, 2005, Adúriz Bravo et al, 2005) na medida em que, este propõe que o docente apresente não só o análogo como também as relações entre alvo e análogo, o que implica um retardamento da autonomia do aluno. Também acreditamos que o aluno deva ter uma participação ativa no desenvolvimento da atividade. Por isso, no uso que fazemos de tal modelo, apesar de ser o professor quem apresenta o análogo, é o aluno quem estabelece as relações analógicas entre o conceito alvo e o análogo, estabelece os limites de validade da analogia e elabora conclusões sobre o conceito alvo, ou seja, o professor apenas auxilia os alunos nestas tarefas.

Neste sentido, em nossas ADA, cada um destes passos (4, 5 e 6, respectivamente) são apresentados acompanhados de fichas que são, inicialmente, preenchidas pelos alunos e, mais tarde, são sistematizadas pelo professor.

O Núcleo de Educação em Ciências (NEC), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), possui atualmente um acervo de 25 Atividades Didáticas baseadas em Analogias que foram estruturadas pelos diversos participantes de

nosso projeto ao longo destes últimos anos. Este acervo encontra-se à disposição de professores de Física e de acadêmicos do curso de Licenciatura em Física da UFSM. Muitas destas ADA já foram implementadas em sala de aula por diversas vezes e reestruturadas de acordo com as análises feitas sobre essas implementações.

Mais recentemente, tomamos por desafio reorganizar as ADA do nosso acervo numa perspectiva de Resolução de Problemas, ou seja, utilizar as analogias como um recurso didático para o enfrentamento de situações-problemas contextualizadas e apresentadas no início da atividade.

### **Objetivos**

Neste trabalho, analisamos as implementações de 02 ADA, em aulas de Física para a 2ª série do Ensino Médio, as quais têm como referência o modelo TWA e que estão organizadas como atividades de Resolução de Problemas.

### **Desenvolvimento do Trabalho**

Para o desenvolvimento deste trabalho, estabelecemos a seguinte sequência:

- Seleccionamos as Atividades Didáticas baseadas em Analogias (ADA), compatíveis com o campo conceitual trabalhado em aulas de Física para a 2ª série do Ensino Médio, para serem inseridas nos Módulos Didáticos produzidos.
- Reestruturamos essas ADA procurando organizá-las numa perspectiva de Resolução de Problemas
- Implementamos as ADA em sala de aula (tendo LBZ como professora).
- Avaliamos essas implementações, analisando as produções dos alunos (fichas preenchidas pelos alunos, como parte da realização da atividade) e os registros de observações realizados pela própria professora (Diários de Campo - DC), com o objetivo de avaliar a efetividade da *nova forma* de organizar as ADA.

Temos utilizado nos trabalhos de nosso Grupo de Pesquisa o termo “Diário da Prática Pedagógica (DPP)” para designar um instrumento utilizado pelo professor para refletir sobre a sua própria prática docente. Sua utilização periódica permite refletir o ponto de vista do professor sobre os processos mais significativos da dinâmica em que está imerso. Tais diários (DPP) funcionam como um guia para a reflexão sobre a prática docente. (Porlán, Martín, 1997).

No entanto, neste trabalho, adotamos a denominação Diários de Campo (DC) para o instrumento de pesquisa utilizado, na medida em que nos restringimos apenas aos registros feitos pela professora, especificamente sobre as ocorrências durante o desenvolvimento das ADA em sala de aula. De modo esquemático, pode-se dizer que estes DC são um estágio preliminar daquilo que denominamos DPP. Na análise destes registros, procuramos dar especial atenção à identificação dos momentos apontados pela professora em que os alunos tiveram dificuldades em realizar as atividades.

Na leitura das fichas preenchidas pelos alunos, procuramos identificar e caracterizar alguns aspectos centrais para a análise pretendida. Nesse sentido, buscamos responder às seguintes questões:

- Os alunos conseguiram identificar aspectos semelhantes entre o análogo utilizado e o alvo a ser aprendido? Quais são eles? Como isto foi registrado?
- Qual o grau de pertinência, do ponto de vista físico, das relações analógicas identificadas pelos alunos?
- Que elementos de diferença entre o análogo utilizado e o alvo a ser aprendido, os alunos conseguiram identificar?
- Que aspectos importantes do conceito aprendido, os alunos conseguiram identificar e incluir em suas sínteses finais?

A implementação das atividades analisadas neste trabalho ocorreram em uma Escola de Ensino Médio de Santa Maria/RS, no âmbito do Estágio Curricular, desenvolvido por um dos autores (LBZ), do Curso de Física Licenciatura Plena da UFSM.

- A primeira atividade trata do Fenômeno da Dilatação dos Sólidos e utiliza como análogo o modelo físico de uma estrutura cúbica formada por molas e esferas. A descrição detalhada do alvo a ser ensinado, do análogo utilizado e das relações analógicas encontram-se no **Apêndice 1**.
- A segunda trata do Conceito de Capacidade Térmica e utiliza como análogo dois frascos de volumes diferentes nos quais se coloca a mesma quantidade de água. A descrição detalhada do alvo a ser ensinado, do análogo utilizado e das relações analógicas encontram-se no **Apêndice 2**.

### **Resultados/Conclusões**

Inicialmente, analisamos a utilização das analogias para a compreensão do Fenômeno da Dilatação dos Sólidos e para o Conceito de Capacidade Térmica e, a seguir, analisamos a efetividade das Situações-Problema utilizadas como organizadoras das atividades no seu todo.

Na primeira atividade, quase todos os alunos precisaram de grande auxílio para estabelecer as primeiras relações entre o conceito alvo e o análogo utilizado e muitos só identificaram um único aspecto de diferença (limites de validade da analogia) entre alvo e análogo, a saber, diferença entre o tamanho da estrutura análoga e o de uma rede cristalina num sólido.

A partir de um comparativo entre as duas implementações, pudemos notar certa evolução positiva no “desempenho” dos alunos, visto que, na primeira implementação, eles tiveram muitas dificuldades em preencher as fichas que solicitavam o estabelecimento das correspondências entre alvo e análogo e dos limites de validade da analogia (passos 4 e 5 do TWA).

Já na segunda atividade, de modo geral, os alunos conseguiram não só realizar a tarefa solicitada com mais autonomia, como também elaborar uma síntese explicativa adequada do conceito/fenômeno estudado (passo 6 do TWA). Em ambas as atividades, porém, alguns alunos retomaram o conceito análogo ao invés de sintetizar os aspectos relevantes do conceito aprendido (alvo).

Na primeira atividade, alguns alunos estabeleceram relações equivocadas como, por exemplo, relacionar a estrutura cúbica utilizada como análogo com a “forma física” de um átomo. Na verdade, os átomos eram representados, na estrutura análoga, por bolas de isopor enquanto que toda estrutura cúbica representava parte da rede cristalina dos sólidos.

Na segunda atividade, também tivemos, embora já em menor número, alguns equívocos no estabelecimento das relações analógicas: um dos alunos relacionou a água colocada nos frascos de volumes diferentes (análogo) com a areia da praia (situação-problema), ou seja, o aluno acabou confundindo uma das substâncias envolvidas na situação-problema, a qual sofria variação de temperatura - areia da praia (ver apêndice 2) - com um dos elementos constitutivos do análogo utilizado. Na verdade, a quantidade de água colocada em cada frasco (análogo) corresponde à quantidade de energia fornecida a um objeto qualquer, na forma de calor (conceito alvo a ser aprendido).

Consideramos que os alunos, ainda que de forma tímida, utilizam o raciocínio analógico para compreender o fenômeno/conceito envolvido, desde que sejam solicitados a fazê-lo.

O fato de a professora ter utilizado, em cada uma das implementações, um modelo físico do análogo utilizado parece ter auxiliado os alunos a estabelecer as correspondências entre o alvo e o análogo. Com o uso de tais modelos os alunos puderam observar diretamente as características do análogo utilizado e associá-las ao alvo a ser aprendido.

Em relação às situações-problemas utilizadas como referência para desenvolver a atividade, acreditamos que estas auxiliaram efetivamente na percepção, por parte dos alunos, do assunto tratado e de fenômenos/fatos cotidianos que podiam relacionar-se com aquele assunto. Além disso, tal procedimento possibilitou a explicitação das idéias intuitivas dos alunos sobre aquele assunto, pois durante o trabalho inicial com a situação-problema foram discutidas possíveis soluções, apontadas pelos alunos, para a situação até se chegar ao limite em que não tinham mais argumentos para chegar a “solução” do problema. Foi neste momento que a professora propôs a utilização de uma analogia como estratégia para resolver o problema.

Apesar de esta modificação ter se mostrado positiva para o desenvolvimento de Atividades Didáticas baseadas em Analogias em sala de aula, acreditamos que os modos como as situações-problema foram apresentadas e como as questões envolvidas foram discutidas, não permitiram que os alunos as percebessem/assumissem como situações-problema efetivas. Além disso, pela análise posterior destas implementações, notamos que as situações-problema não levavam em conta aspectos que só se resolveram com a analogia.

A partir disso, sentimos a necessidade de modificações mais profundas no próprio roteiro de ADA, ou seja, a necessidade de inserir realmente uma situação-problema que fosse apropriada pelos alunos como tal e que tivesse aspectos que pudessem ser resolvidos com uma analogia.

Além disso, nossa equipe entendeu que era importante utilizar situações-problema em todas as Atividades Didáticas de nosso acervo, independente do recurso utilizado. Assim, fizemos um levantamento, na literatura (Pozo, 1998, Peduzzi, 1997, Lopes, 2004, Gil Perez et al, 1992, Clement, Terrazzan, 2004,

Bransford, Stein, 1984, Wallas, 1926 (apud PEDUZZI, 1997), Reif et al, 1976 (apud PEDUZZI, 1997), Kralmers-Pals e Pilot, 1988 (apud PEDUZZI, 1997)), de modelos de uso de Resolução de Problemas e a partir disso, construímos um Modelo Aproximado de Resolução de Problemas (Terrazzan, Silva, Zambon, 2008).

Na seqüência, comparamos as dimensões do Modelo Aproximado com as do modelo TWA e construímos o quadro comparativo, abaixo.

|   | <b>Modelo Aproximado de<br/>Resolução de Problemas<br/>(Terrazzan, Silva, Zambon, 2008)</b>         | <b>Atividade Didática<br/>baseada em Analogia</b>  |
|---|---|--|
| <b>Dimensões presentes em Atividades<br/>de Resolução de Problemas numa<br/>Perspectiva Investigativa</b> | Apropriação do problema   | ❖ Apresentação da situação problema  |
|   | Caracterização do problema  |  |
|   | Elaboração de um plano de ação  | ❖ Apresentação da situação análoga<br>❖ Identificação das características relevantes do análogo              |
|   | Aplicação do plano de ação  | ❖ Estabelecimento das relações entre alvo e análogo<br>❖ Estabelecimento dos limites de validade da analogia |
|   | Análise dos resultados  | ❖ Elaboração de uma síntese conclusiva sobre a situação alvo   |
|   | Elaboração de síntese para avaliação do processo de resolução e extensão a novas situações-problema |  |

Neste quadro, podemos observar que cada dimensão do modelo TWA tem correspondência com uma das dimensões da Resolução de Problemas. No entanto, como o modelo TWA não prevê a utilização de problemas para o uso de analogias, substituímos a dimensão 1 desse modelo - Introduzir a situação alvo – pela introdução de uma situação-problema a ser resolvida a partir da atividade com analogia.

Desde a utilização das ADA, sem esta preocupação com a Resolução de Problemas, tomamos cuidado com este primeiro passo. Sinalizávamos que o professor deveria ter cuidados ao trabalhar com a apresentação da situação alvo, ou seja, do conceito a ser ensinado. Não deveria, neste momento, expor todo o conceito a ser trabalhado, mas iniciar uma discussão a respeito do assunto envolvido, caso contrário a aula poderia tornar-se expositiva e neste caso, não haveria mais a necessidade de utilizar a analogia.

As dimensões 2 e 3 – Introduzir a situação análoga e Identificar as características relevantes do análogo – são semelhantes à Elaboração de um plano de ação, nas dimensões de Resolução de Problemas. No entanto, uma das diferenças é que numa tarefa de Resolução de Problemas é o aluno quem elabora este plano de ação. Já no caso da ADA, pelo menos em trabalhos iniciais com os alunos, é o professor quem sugere o análogo e estabelece o que é importante nele. Mas nada impede, e isso é desejável, que em trabalhos posteriores com analogias, os alunos sejam solicitados a elaborar/utilizar suas próprias analogias. Em experiências do grupo neste sentido (Zambon, 2008), percebemos que os alunos

não apresentam dificuldades em elaborar análogos adequados para o assunto estudado, embora, algumas vezes, precisam de auxílio para prosseguir com o uso da analogia.

Na aplicação do plano de ação, o aluno irá estabelecer as relações analógicas e os limites de validade da analogia (dimensões 4 e 5 do modelo TWA). As duas últimas dimensões da Resolução de Problemas correspondem à elaboração de síntese conclusiva sobre o conceito/fenômeno alvo, ou seja, é neste momento que ele deve analisar e avaliar seu trabalho.

Percebemos com esta comparação que numa atividade baseada em analogia o aluno segue “etapas” semelhantes às que realizaria se estivesse resolvendo problemas de lápis e papel. Como perspectivas de continuidade pretendemos reestruturar todas as ADA de nosso acervo seguindo este novo modelo proposto, implementá-las em sala de aula e avaliar tais implementações.

### **Referências**

- ADÚRIZ BRAVO, A.; GARÓFALO, J.; GRECO, M.; GALAGOVSKY, L. R. 'Modelo didáctico analógico: Marco teórico y ejemplos'. In: **Enseñanza de las Ciencias** ICE-UAB, VIUV, Numero Extra, 7p., 2005. (CD-ROM, arq<Aduriz\_290A.pdf>, Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Educación científica para la ciudadanía, 07-11 Set. 2005, Universidad de Granada, Granada, España). ISSN 0212-4521.
- ARAGÓN, M. del M.; BONAT, M.; OLIVA, J. M.; MATEO, J. 'Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias'. In: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Editora: Alambique, n. 22, p.119-126, 1999.
- DUIT, R. 'On the role of analogies and metaphors in learning science'. In: **Science Education**, v.75, n.6, p.649-672, 1991
- GALAGOVSKY, Lydia R. 'Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico'. In: **Enseñanza de las Ciencias** ICE-UAB, VIUV, Numero Extra, 7p., 2005. (CD-ROM, arq<Galagovsky\_289.pdf>, Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Educación científica para la ciudadanía, 07-11 Set. 2005, Universidad de Granada, Granada, España). ISSN 0212-4521.
- GIL-PEREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín; RAMIREZ, Lorenzo; DUMAS-CARRÉE, Andrée; GOFARD, Monique, CARVALHO, Ana M. P. de. 'Questionando a didática de Resolução de Problemas: Elaboração de um Modelo Alternativo'. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.1, p.07-19, 1992b. Florianópolis/BR: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Imprensa Universitária. ISSN 1677-2334
- GLYNN, Shawn M.; TAKAHASHI, Tomone. Learning from analogy-enhanced science text. In: **Journal of Research in Science Teaching** v.35, n.10, p.1129-1149, 1989.
- HARRISON, Alan G; TREAGUST, David F. 'Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics'. In: **Journal of Research in Science Teaching** v.30, n.10, p.1291-1307, Dez. 1993.
- JUSTI, R. S.; MENDONÇA, P. C. C.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** v.6, n.1, Jan/Abr. 2006.
- LAWSON, Anton E. 'The importance of analogy: a prelude to the special issue'. In: **Journal of Research in Science Teaching** v.30, n.10, p. 1291-1307, Dez. 1993.



XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba 2008

- LOPES, J. Bernardino: (2004). **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa/POR: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES. (Coleção “Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas”). ISBN: 972-31-1079-2
- PEDUZZI, Luiz O. Q. ‘Sobre a resolução de problemas no ensino da física’. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n.3, p.229-253, Florianópolis/BR: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Imprensa Universitária. 1997. ISSN 1677-2334.
- PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula**. 4.ed. Sevilla/ES: Díada. (Colección “Investigación y Enseñanza”, Série “Práctica”, n.6). ISBN 84-87118-56-9.
- POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre/BR: Artmed. 1998, ISBN 85-7307-356-X.
- TERRAZZAN, E. A.; SILVA, L. L. ‘As Analogias no Ensino de Conteúdos Conceituais de Física’. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 5. 27 Nov.-03 Dez. de 2005. Bauru, SP, Brasil, NARDI, R.; BORGES, O. (orgs.). **Atas...**, 14p., 2005.(CD-ROM, arq<conteudo/artigos/3/pdf/p542.pdf>). ISSN 1809-5100.
- TERRAZZAN, Eduardo. A., SILVA, Andréia A. da, ZAMBON, Luciana. B.; ‘Ensino de Física Centrado na Resolução de Problemas: Uma Proposta Baseada no uso de Recursos Diversos’. In: Trabalho submetido para apresentação no **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF**, promovido pela Sociedade Brasileira de Física, a ser realizado em Curitiba, PR, Brasil, 2008.
- ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. ‘O uso de analogias em Revistas de Divulgação Científica’. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18. 15 a 20 de Out. de 2006. Porto Alegre, RS, Brasil, VASCONVELLOS, C. A. Z. (coord.). **Anais...**, 1p., 2006. (CD-ROM, arq<CH2006.pdf>). ISBN 85-7025-899-2.
- ZAMBON, Luciana. B. ‘Análise de implementações de Atividades para o Ensino de Física utilizando Analogias e trabalhando conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais’. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 14. 27 a 30 de Abr. de 2008. Porto Alegre, RS, Brasil, CUNHA, M. I. da; ABRAHÃO, M. H. M. B. (coord.). ‘Trajetórias e Processos de Ensinar e Aprender: lugares, memórias e culturas’. **Anais...**, 7p. 2008. CD-ROM. ISBN 978-85-7430-743-3
- ZAMBON, Luciana. B.; TERRAZZAN, Eduardo. A. ‘Buscando mudanças no uso de Analogias em Livros Didáticos de Física’. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 6. 26 Nov.-01 Dez. de 2007. Florianópolis, SC, Brasil, MORTIMER, E. F. (Org.). **Atas...**, 14p., 2007a. CD-ROM. ISBN 978-85-99372-58-6
- ZAMBON, Luciana. B.; TERRAZZAN, Eduardo. A. ‘Estudo sobre o uso de analogias em Revista de Divulgação Científica’. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17. 29 de Jan. a 02 de Fev. de 2007. São Luís, MA, Brasil, OLIVEIRA, Antonio José Silva (org.). ‘O ensino de física e sustentabilidade’. **Livro de Resumos...**, 8p. 2007b. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0539-1.pdf>>. Acesso em: 30 Abr. 2007.

## APÊNDICE 1

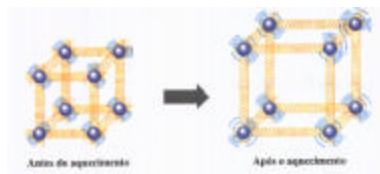
**ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM ANALOGIA  
DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS  
(Extrato)**

**Apresentação da "situação-problema"**

- Quando não conseguimos destampar uma garrafa, aquecemos a tampa e, então, podemos abri-la facilmente. Como você explica este fato?

**Apresentação da "situação análoga" utilizada**

Para entender por que ocorre a dilatação durante um processo de aquecimento (ou contração, num processo de resfriamento), podemos usar um análogo para imaginar a estrutura interna de um objeto no estado sólido. As partículas que constituem o sólido estão distribuídas ordenadamente, dando origem a uma estrutura que é denominada **rede cristalina do sólido**, sendo que a ligação entre estas partículas se faz por meios de forças elétricas que mantêm essa mesma estrutura. Um modelo físico que ajuda a imaginar essa estrutura/situação pode ser construído com bolinhas de isopor, para representar as partículas, unidas por molas helicoidais de plástico que, atuando através de forças elásticas, servem para representar a ação física das forças de natureza elétrica entre as partículas. Vamos usar então como análogo uma **rede elástica**. Tentando-se aproximar duas destas bolinhas, a mola que as une atua em sentido contrário, dificultando a aproximação; por outro lado, tentando-se afastá-las a mola age no sentido de dificultar o afastamento. Devemos imaginar as partículas desta rede em constante vibração em torno de uma posição média (equilíbrio), sendo que, numa situação de estabilidade, o grau de agitação de todas elas é praticamente o mesmo. Caso uma ação externa seja feita sobre uma destas bolinhas (uma certa energia seja transferida a ela, através de um puxão ou um piparote), aumentará o seu grau de agitação (maior energia de movimento), mas aos poucos esta agitação será distribuída entre todas as bolinhas da rede, através das molas que as unem. Se imaginarmos uma rede ideal onde não ocorra "dissipação de energia" por atrito interno, então, **ao final, uma nova situação de estabilidade energética será atingida, onde toda a rede estará um pouco mais agitada, e as bolinhas estarão, em média, mais afastadas umas das outras.**



**Estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo**

|                      | <b>ANÁLOGO</b>  | <b>ALVO</b>   |
|----------------------|---|---|
|                      | <b>Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional</b>  | <b>Agitação térmica das partículas ou átomos da rede cristalina de um sólido</b>  |
| <b>SIMILARIDADES</b> | Bolinhas de isopor em uma rede elástica tridimensional  | Partículas/átomos/moléculas/íons de uma rede cristalina de um sólido  |
|                      | Forças elásticas das molas atuando entre as bolinhas e sustentando a rede   | Forças elétricas atuando entre as partículas e sustentando a rede   |
|                      | Vibração mecânica das bolinhas de isopor  | Vibração térmica das partículas   |
|                      | Afastamento médio entre duas bolinhas adjacentes  | Afastamento médio entre duas partículas adjacentes  |
|                      | Aumento (diminuição) do volume total da rede elástica, pelo efeito total do aumento (da diminuição) do afastamento médio entre cada par de bolinhas adjacentes. | Aumento (diminuição) do volume total da rede cristalina, pelo efeito total do aumento (da diminuição) do afastamento médio entre cada par de partículas adjacentes. |

**Identificação dos limites de validade da analogia utilizada**

|                            | <b>Agitação mecânica das bolas de isopor localizadas nos nós de uma rede elástica tridimensional/Agitação térmica das partículas ou átomos da rede cristalina de um sólido</b>   |
|----------------------------|--|
| <b>LIMITES DE VALIDADE</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• As proporções das partículas da rede cristalina de um sólido não podem ser comparadas com as das bolinhas de isopor da rede elástica.</li> <li>• Há exceções quanto ao comportamento térmico das substâncias. O exemplo clássico é o da água. Enquanto a maioria dos líquidos se expande ao serem aquecidos, a água, ao variar de 0°C para 4°C, ou seja, ao aumentar a sua temperatura por aquecimento, nesse intervalo, manifesta uma diminuição de volume e um aumento de densidade.</li> </ul> |

**Esboço de uma síntese conclusiva sobre a "situação alvo"**

As partículas/átomos que formam uma substância no estado sólido encontram-se organizadas(os) e dispostas(os) de maneira regular, numa estrutura tridimensional denominada rede cristalina do sólido. Esta rede se sustenta através das ligações (forças de atração) entre as partículas/átomos, que são de natureza elétrica. Estas partículas estão em permanente vibração em torno de uma posição de equilíbrio. Aquecendo-se o sólido, aumenta-se a sua temperatura. Ou seja, a energia fornecida, na forma de calor aumenta o grau de agitação das partículas da rede cristalina que o compõe. Isto provoca um maior afastamento médio entre partículas adjacentes. Considerando-se o aumento de todas as distâncias entre partículas adjacentes, o efeito é que o sólido se dilata como um todo (dilatação volumétrica).

**APÊNDICE 2**

**ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM ANALOGIA  
CAPACIDADE TÉRMICA  
(Extrato)**

**Apresentação da "situação-problema"**

- Quando estamos na praia, muitas vezes queimamos nosso pé na areia. A água e a areia estão expostas ao sol, recebendo a mesma quantidade de energia, por irradiação. Por que queimamos os pés na areia enquanto a água continua agradável ("fresca")? Por que ocorre esta variação de temperatura?

**Apresentação da situação análoga utilizada**

Têm-se dois recipientes com volumes diferentes. Nestes recipientes despeja-se a mesma quantidade de líquido (água). Nota-se que o nível de água do recipiente menor está mais alto que o nível do maior. Isso porque o recipiente maior, por ter um volume maior, tem uma capacidade de armazenamento (volumétrica) maior que a do recipiente menor. Sendo que para igualarmos os níveis é preciso despejar mais líquido no maior ou retirar líquido do menor.

**Estabelecimento das correspondências entre o alvo e o análogo**

| SIMILARIDADES | ANÁLOGO   | ALVO                                       |
|---------------|---|--|
|               | Capacidade Térmica                                  | Capacidade Volumétrica                     |
|               | Quantidade de energia transferida na forma de calor | Quantidade de líquido                      |
|               | Variação de temperatura                             | Variação no nível do líquido no recipiente |
|               | Massa do corpo                                      | Volume do recipiente                       |
|               | Capacidade térmica                                  | Capacidade de armazenamento                |

**Identificação dos limites de validade da analogia utilizada**

| LIMITES DE VALIDADE | Capacidade Térmica / Capacidade Volumétrica   |
|---------------------|---|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ao retirarmos a fonte de calor que fornece energia aos corpos, suas temperaturas irão cair gradualmente pela troca de calor com o meio. Já se pararmos de despejar água nos recipientes, seus níveis não irão diminuir.</li> <li>Os recipientes têm um volume fixo, ou seja, há um limite de líquido que pode ser colocado num recipiente. No entanto, a transferência de energia, na forma de calor para um determinado objeto pode ocorrer sem limites, enquanto a diferença de temperatura for mantida. É claro que o objeto pode derreter ou vaporizar durante esse processo.</li> </ul> |

**Esboço de uma síntese conclusiva sobre a "situação alvo"**

Quando fornecemos a mesma quantidade de energia, na forma de calor a dois objetos de mesmo material, mas de massas diferentes, aquele de maior massa terá uma menor variação de temperatura do que o de menor massa. Isso acontece pois a capacidade térmica desses objetos é diferente

A capacidade térmica é uma propriedade dos objetos; depende da massa e do material de que é feito.