

# O USO DE ANALOGIAS EM UM LIVRO DIDÁTICO DESTINADO AO ENSINO DE QUÍMICA DE GRAU MÉDIO

## THE USE OF ANALOGIES IN A TEXT BOOK FOR HIGH SCHOOL CHEMISTRY TEACHING

Simone da Rosa<sup>1</sup>, Naida L. Pimentel<sup>2</sup>, Eduardo A. Terrazzan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UFSM/CE/Núcleo de Educação em Ciências <simone.darosa@gmail.com>

<sup>2</sup>UFSM/CE/Núcleo de Educação em Ciências <naidalp@terra.com.br>

<sup>4</sup>UFSM/CE/Núcleo de Educação em Ciências <eduterra@ce.ufsm.br>

### Resumo

Neste trabalho, apresentamos e discutimos resultados obtidos em nossos estudos acerca do uso de analogias em um dos livros didáticos de Química recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio, tendo como objetivo analisar o potencial didático das respectivas apresentações. Identificamos 16 analogias, cujas apresentações foram classificadas segundo Curtis e Reigeluth (1984) e analisadas quanto a contemplarem os passos do Modelo *Teaching-With-Analogies* (Glynn, 1991; Harrison & Treagust, 1993). Em quase todas as AA são utilizados análogos familiares aos estudantes, porém o estabelecimento de similaridades entre alvo e análogo e dos limites de validade da analogia *não* foram contemplados em 50% (mais 43,8% contemplados parcialmente) e 87,5% dos casos, respectivamente, permitindo-nos afirmar que o livro analisado não satisfaz dois dos três passos considerados essenciais para a utilização de analogias no ensino. Portanto, quase todas as apresentações evidenciam baixo potencial didático. Sugerimos, assim, que sejam revisadas e reestruturadas.

**Palavras-chave:** analogias no ensino, ensino de química, livro didático.

### Abstract

In this paper, we present and discuss the results obtained from our studies about the use of analogies in a chemistry didactic book recommended by Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio for the high school teaching. This study had as objective to analyze the didactic potential of the map analogies presentation. We identified 16 analogies whose presentations were classified according Curtis & Reigeluth (1984) and were analyzed if they contemplate the steps of the *Teaching-With-Analogies* Model (Glynn, 1991; Harrison & Treagust, 1993). In almost all of the presentations are utilized students familiars analogous, however the establishment of the shared attributes between analogous and target and the analogy validity limits *are not* contemplated in 50% (plus 43,8 partially contemplated) and 87.5% of the cases, respectively. This fact allows us to state that the book analyzed does not satisfy two of the three steps considered essentials to analogies utilization in teaching. Therefore, almost all of the presentations point out a low didactic potential. Thus, we suggest that they need to be reviewed and reorganized.

**Keywords:** Analogies in Teaching, Chemistry Teaching, Text Book.

## INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este trabalho se insere em um projeto maior, intitulado *Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações para o Ensino de Ciências Naturais (LFC)*, que já produziu diversas publicações, elaboradas por professores e alunos de iniciação científica do Núcleo de Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria (Silva & Terrazzan, 2006; Terrazzan *et al.*, 2005; Terrazzan *et al.*, 2003; Ferraz & Terrazzan, 2001; Silveira, 2001, entre outras).

Uma analogia pode ser definida como uma comparação entre similaridades existentes entre dois domínios diferentes, um deles não familiar, desconhecido ou pouco conhecido, que pode ser chamado de *domínio alvo*, e o outro, familiar, conhecido, para o qual pode ser adotada a denominação de *domínio análogo*.

As analogias existem provavelmente desde o início do desenvolvimento da linguagem e dificilmente transcorre um dia sem que encontremos alguma, seja na linguagem falada seja em textos escritos (Curtis & Reigeluth, 1984), podendo se entendidas como um mecanismo para a comunicação humana (Harrison & Treagust, 1993). Elas também têm estado presentes em descobertas científicas como, por exemplo, na do movimento dos planetas por Kepler, da estrutura do benzeno por Kekulé, da natureza ondulatória da luz por Huygens, da função dos leucócitos por Mechnikoff, (Iding, 1997; Harrison & Treagust, 1993).

No contexto do ensino e da aprendizagem de assuntos da área de ciências naturais, acredita-se que as analogias favoreçam os alunos na compreensão de um domínio científico que lhes é desconhecido, com base em um domínio que lhes é familiar, mediante a comparação de atributos e relações comuns e não comuns entre ambos os domínios. Isso ocorre sobretudo no caso de temas complexos e/ou que são reputados como “difíceis”, (Harrison & Treagust, 1993; Duit, 1991). Para Lawson (1993) os conceitos científicos podem ser ou *descritivos* ou *teóricos*, sendo os primeiros aqueles para os quais existem exemplares perceptíveis no ambiente (como variação fenotípica e estados sólido, líquido e gasoso da matéria); e os outros (por exemplo, átomo e gene), aqueles para os quais isso não ocorre. Esse autor, perguntando se *como um professor pode auxiliar os estudantes a compreenderem os conceitos teóricos*, diz que pensa ser mediante o uso de analogias e, ao mesmo tempo, sugere que sejam feitas pesquisas que avaliem a efetividade dos vários tipos delas no ensino dos diversos conceitos teóricos.

Segundo Dagher (1995):

De um ponto de vista educativo, as analogias servem para ajudar a compreender uma determinada noção ou fenômeno, que se denomina *objeto*, *problema* ou *branco*, através das relações que estabelece com um sistema *análogo* – ao que também se denomina *âncora*, *base* ou *fonte* – e que resulta para o aluno mais conhecido e familiar.

De acordo com Duit (1991), as analogias podem facilitar a compreensão de conceitos ou fenômenos abstratos, bem como a “visualização” deles, e sua utilização pode forçar o professor a levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes e também fazer com que estes revelem concepções prévias equivocadas que porventura tenham estabelecido em áreas que já lhes haviam sido ensinadas. Mas, alerta que uma analogia nunca é baseada em um ajuste exato entre análogo e alvo; havendo sempre características do análogo que são diferentes das do alvo, as quais podem apontar para um caminho errado. Além disso, salienta que o raciocínio analógico em situações de aprendizagem exige considerável orientação.

Diversos pesquisadores têm estudado como autores de livros didáticos, destinados ao ensino de ciências nos níveis fundamental, médio e de graduação, utilizam analogias, tais como Curtis & Reigeluth (1984), Glynn (1989) *apud* Duit (1991), Harrison & Treagust (1993), Thiele & Treagust (1995), Iding (1997), Mól (1999), Monteiro & Justi (2000), Terrazzan *et al.* (2003).

Os primeiros esclarecem como as analogias podem ser utilizadas em diversos contextos, como em testes avaliativos, na comunicação oral e em textos escritos e enfatizam que o uso delas em textos escritos é completamente diferente de seu emprego nas outras duas situações. Por

exemplo, utilizadas em textos escritos, as analogias não apresentam nenhum mecanismo para que o autor receba informações de retro-alimentação por parte dos estudantes, ao contrário do que ocorre na comunicação oral.

Interessados em investigar o uso de analogias em textos instrucionais, Curtis & Reigeluth (1984) analisaram, em estudo descritivo, 26 livros didáticos de Ciências dos níveis elementar, secundário e graduação, sendo 10 de Biologia, 6 de Ciência Geral, 4 de Química, 3 de Física, 2 de Ciência da Terra e 1 de Geologia. Selecionaram esses livros porque acreditavam que eles incluíssem um grande número de conceitos e princípios abstratos. Identificaram 216 analogias, com média de 8,3 por livro, e as organizaram em categorias com base nas quais criaram um sistema de classificação, à luz do qual cada uma das analogias foi novamente estudada com a finalidade de confirmação das categorias estabelecidas, que são: a) tipo de relações analógicas, b) formato da apresentação, c) condição (natureza concreta ou abstrata do alvo e do análogo), d) posição do análogo em relação ao alvo no texto de instrução, e) nível de enriquecimento e f) orientação pré-alvo.

Quanto ao tipo de relação analógica, classificaram as analogias em *estruturais* (quando alvo e análogo compartilham a mesma aparência física geral ou constituição similar); *funcionais* (quando o conceito alvo e o conceito análogo compartilham funções similares); e *estruturais-funcional* (combinação dos dois primeiros tipos). Além desses três tipos, incluímos mais um, *analogia de fórmula*, definido como aquele em que *as similaridades entre os conceitos está na fórmula que os representa* (Mol, 1999).

Em relação ao formato da apresentação analógica, a analogia pode ser *verbal* (analogia explicada apenas por palavras), ou *pictórico-verbal* (a explicação da analogia é reforçada por uma ou mais figuras do análogo).

Com base na condição, uma analogia pode ser *concreta/concreta* (alvo e o análogo são de natureza concreta), *abstrata/abstrata* (alvo e o análogo são de natureza abstrata) e *concreta/abstrata* (análogo de natureza concreta e alvo de natureza abstrata).

A posição do análogo na explicação inclui três casos. O *análogo pode ser apresentado no início da instrução* (antes do alvo, funcionando como um organizador avançado), *durante a instrução* (como um ativador encravado, num momento onde o conteúdo seja mais difícil para o aprendiz, permitindo o esclarecimento das informações precedentes e também funcionando como um guia para a próxima informação), ou *no final da instrução* (como um pós-sintetizador, ou seja, auxiliando na síntese das informações precedentes e na conclusão da explicação sobre o alvo).

Relativamente ao nível de enriquecimento a analogia pode ser *simples* (usualmente composta de três partes principais, o alvo, o análogo e um conectivo do tipo “é como” ou “pode ser comparada a”), *enriquecida* (um pouco mais elaborada, indica algumas relações entre alvo e análogo) ou *estendida*. Neste último caso, ou são estabelecidas diversas relações de similaridade ou são utilizados dois ou mais análogos.

Para recomendar a utilização de uma analogia no ensino, Curtis & Reigeluth (1984) consideram importante determinar que características ela deve apresentar, sugerindo a construção de analogias estruturais para tópicos mais fáceis e/ou concretos, e de analogias funcionais para os mais difíceis e abstratos; opinam que, embora as analogias verbais possam funcionar muito bem, as pictórico-verbais devem ser preferidas, tendo em vista estudantes que apresentam maiores dificuldades; destacam que a posição mais efetiva de uma analogia em um tópico é como organizador avançado ou ativador embutido, e que o análogo deve ser explicado ou descrito de preferência antes da apresentação do alvo, para ajudar a garantir que o estudante compreenderá a analogia; enfatizam que ela deve incluir o pertinente detalhamento das similaridades e limitações.

Considerando importante determinar o que a utilização de analogias pode significar para professores e alunos, Harrison & Treagust (1993) realizaram um estudo de caso com professores de Ciências no qual afirmam ter obtido um grande número de evidências que dão suporte à premissa de que a compreensão por parte dos estudantes melhora quando as analogias são

utilizadas de uma maneira sistematizada. Em seu estudo, esses autores utilizaram o modelo TWA proposto por Glynn (1991), modificando-o com troca de ordem dos dois últimos passos (5° e 6°), e segundo o qual, para a utilização adequada de uma analogia como recurso didático deve-se procurar seguir uma seqüência de seis passos, a saber:

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

Tal seqüência não é obrigatória. Por exemplo, a introdução do análogo e a identificação de suas características relevantes podem ser feitas antes da introdução do alvo. Porém, é fundamental que todos os seis passos sejam trabalhados.

Adotaram esse modelo porque aceitaram a conclusão de Treagust, Thiele e Venville (1991, *apud* Thiele & Treagust, 1993) que, em um estudo comparativo entre quatro modelos, consideraram o de Glynn como o mais adaptável para o ensino em sala de aula.

Diversos autores são cautelosos quanto à utilização didática de analogias, argumentando que isso nem sempre leva aos resultados esperados (Dagher, 1995; Harrison & Treagust, 1993; Duit, 1991; Curtis & Reigeluth, 1984). Em geral, as desvantagens ou “perigos” apontados são: deixar a analogia “ser levada longe demais” e a utilização, pelo professor, de um análogo desconhecido ou pouco familiar para os estudantes (Curtis & Reigeluth, 1984). Nesse sentido, Harrison & Treagust (1993) salientam três pontos essenciais a serem observados na utilização de uma analogia no ensino: considerar o que os alunos já sabem (análogo o mais familiar possível), identificar com precisão os atributos compartilhados (similaridades) e identificar explicitamente onde a analogia falha (diferenças entre análogo e alvo).

Como neste trabalho focalizamos a utilização de analogias em livros didáticos de química, tínhamos que selecionar um deles para nossos estudos. Optamos então por nos valer do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), divulgado pelo Diário Oficial da União do ano de dois mil e sete, que recomenda diversos livros de Química dessa natureza para serem utilizados em sala de aula nas escolas de ensino médio do país. Além disso, o PNLEM também busca disponibilizar para alunos e professores de cada escola os livros que estes últimos escolheram entre os recomendados. Com base nessa situação, selecionamos um desses livros (Mortimer & Machado, 2007) para estudarmos de que forma os autores exploram as analogias que utilizam.

Assim, – tendo como norteadora a questão “De que maneira os autores de um dos livros didáticos da área de ensino de Química recomendado pelo PNLEM 2007 exploram as analogias que utilizam?”–, buscamos respostas para as seguintes questões de pesquisa:

- a) Qual a frequência das analogias no livro didático selecionado?
- b) Como se classificam as analogias que correspondem às apresentações analógicas mapeadas, de acordo com os critérios “tipo de relação analógica, formato da apresentação analógica, condição da analogia, posição do análogo na explicação, nível de enriquecimento (Curtis & Reigeluth, 1984); fórmula (Mól, 1999) e internas à área ou não (Queiroz, 2000)”?
- c) Qual o grau de concordância das apresentações com o Modelo *Teaching-With-Analogies* (Glynn, 1991; Harrison & Treagust, 1993)?

Adotamos em nosso estudo cinco das categorias para classificação proposta por Curtis & Reigeluth (1984) e também o modelo TWA (Glynn, 1991; Harrison e Treagust, 1993). Esse modelo já foi utilizado em trabalhos anteriores da equipe do projeto LFC, tendo sido selecionado, entre outros, porque essa equipe concordou com as considerações de Harrison & Treagust (1993) a respeito, e também em decorrência dos próprios estudos sobre o assunto.

Ressaltamos que, entre vários, esse modelo foi o escolhido porque sua estruturação baseia-se no fato de que o essencial para a utilização de analogias como recurso didático é não só a compreensão das relações quanto ao número de passos sugeridos, ele é um modelo relativamente simples em relação a outros.

## **OBJETIVOS**

Nosso objetivo geral é contribuir para uma utilização mais eficaz e eficiente de analogias em livros didáticos destinados ao ensino de Química de grau médio.

Como objetivos específicos, estabelecemos os seguintes:

1. mapear e classificar as AA em um dos livros didáticos recomendados pelo PNLEM, volume único, da área de ensino de Química;
2. determinar a frequência dessas apresentações;
3. estabelecer o grau de concordância de cada uma delas com os passos do Modelo TWA (Glynn, 1991; Harrison & Treagust, 1993);
4. analisar o potencial didático das apresentações analógicas (AA) catalogadas, com base na classificação e no grau de concordância delas com o modelo TWA.

Entendemos potencial didático das AA como a qualidade ou capacidade que elas apresentam de promoverem e/ou facilitarem a aprendizagem de um domínio desconhecido pelos estudantes (como o científico) com um domínio por eles conhecido (como o cotidiano).

## **PERCURSO METODOLÓGICO**

Iniciamos com estudos de fundamentação teórica, que se prolongaram paralelamente à seleção da obra didática e foram re-visitados sempre que necessário. Em continuidade, realizamos o mapeamento das AA no livro selecionado e as organizamos em um Quadro-Síntese, que foi, a seguir, revisado. Após, realizamos a classificação das AA e a determinação o grau de concordância de cada uma delas com os passos do Modelo TWA, registrando em tabelas todas as informações.

Finalmente, analisamos os resultados obtidos e passamos a tecer considerações sobre eles.

## **MAPEAMENTO DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS**

Num primeiro momento, localizamos as apresentações analógicas no livro selecionado e elaboramos um Quadros-Síntese (do qual apresentamos um extrato no Quadro 1), em que procuramos caracterizar as 16 AA encontradas. Para cada uma delas, mapeamos a situação explicitamente apresentada para estudo ou, às vezes, apenas sugerida ou subtendida, envolvendo um fenômeno, conceito, assunto, temática a ser ensinado, bem como a correspondente situação análoga, ou seja, a analogia utilizada. Buscamos também identificar as relações analógicas explicitadas pelo autor e estabelecer outras, talvez por ele pretendidas, mas, não apresentadas.

Encontramos um caso de analogia em que o análogo – parafuso – não é mencionado, somente o alvo, conforme se vê na Figura 1. Como sabemos, em 1863 Chancourtois propôs uma classificação para os elementos químicos conhecidos na época (que funcionava bem até o cálcio). Dispondo-os os em ordem crescente de pesos atômicos sobre uma espiral inclinada de 45° traçada sobre um cilindro, ele verificou que elementos com propriedades semelhantes ficavam situados em uma mesma geratriz do cilindro. Chamou essa disposição de *parafuso telúrico* porque a espiral lembrava os passos de um parafuso e incluía elementos que constituíam a Terra.

Este é um exemplo de analogia histórica e provavelmente no assunto em questão, os autores do livro em estudo tiveram a intenção de somente mencionar a existência da referida

classificação, deixando, assim, de apresentarem maiores esclarecimentos. Todavia, poderiam fazê-lo, até mesmo para mostrar que essas “comparações explícitas” são freqüentemente encontradas na história do desenvolvimento científico. Cabe lembrar, entretanto, que a Figura 1 contribui, sem dúvida, para que os leitores venham a compreender a idéia de Chancourtois.

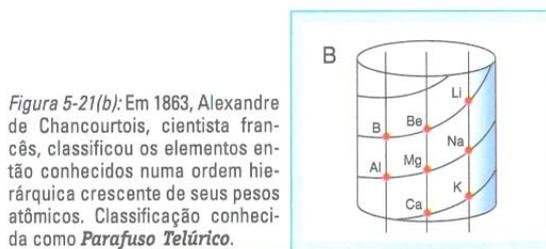


Figura 1: Reprodução da AA Q005

Quadro 1: Extrato de Quadro-Síntese com duas das apresentações analógicas mapeadas

Código da Apresentação Analógica	Autor(es) Volume Capítulo Página(s) V/PV	Seção	Fenômeno/ Conceito/ Assunto/ Temática	Situação apresentada, sugerida ou subentendida	Situação análoga ou analogia utilizada	Relações analógicas pretendidas ou supostamente possíveis		Tópico Conceitual
						Análogo	Alvo	
AA Q003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mortimer e Machado</li> <li>v. único</li> <li>Um modelo para o átomo e uma introdução à tabela periódica.</li> <li>94</li> <li>V</li> </ul>	Um modelo para a estrutura do átomo.	Um modelo para a estrutura do átomo (Rutherford).	Comparação entre o tamanho do núcleo atômico e o do átomo.	uma pulga no centro de um estádio de futebol, como o “Mineirão”: comparação entre os respectivos tamanhos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>pulga</li> <li>estádio de futebol (Mineirão)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>núcleo atômico</li> <li>átomo</li> </ul>	QGE
AA Q004	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mortimer e Machado</li> <li>v. único</li> <li>Um modelo para o átomo e uma introdução à tabela periódica</li> <li>94-95 e 100</li> <li>V</li> </ul>	Evidências para um novo modelo atômico.	Um modelo para a estrutura do átomo (Rutherford).	Rutherford idealizou um modelo para o átomo, nele o átomo é constituído por duas regiões diferentes: núcleo e eletrosfera.	planetas em órbita do Sol.	<ul style="list-style-type: none"> <li>planetas</li> <li>sol</li> <li>planetas em órbita do Sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elétrons</li> <li>núcleo</li> <li>elétrons descrevendo órbitas em torno do núcleo</li> </ul>	QGE

Quadro 2: Apresentação Analógica Q003 – similaridades e diferenças

Atributos	Análogo Sistema solar (planetário)	Alvo Modelo atômico de Rutherford
“Corpos” menores que orbitam ao redor de um outro corpo bem maior	planetas	elétrons
Tamanho relativo dos corpos	sol muito maior que os planetas	núcleo muito maior que os elétrons
Distribuição espacial	sol rodeado pelos planetas	núcleo rodeado pelos elétrons
Movimento e trajetória	planetas em movimento em órbita do sol	elétrons descrevendo órbitas em torno do núcleo
Cargas elétricas	não	sim, positivas e negativas
Número de sistemas a que é aplicável	a um único (sistema solar)	a vários (átomos dos diferentes elementos)
Ordem de grandeza	$10^{15}$ m	$10^{-11}$ m a $10^{-10}$ m
Natureza/comportamento	única: somente	dual: partícula e onda
Tamanho (nível de grandeza)	macroscópico	microscópico
Contexto de utilização	científico e cotidiano	científico

## CLASSIFICAÇÃO DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS

Para isso, utilizamos cinco das categorias propostas por Curtis e Reigeluth (1984) e também mais uma, *analogias internas à Física*, sugerida por Queiroz (2000), que as define como sendo *analogias internas da própria física curricular que recuperam conceitos e fenômenos já trabalhados*. Em suma, isso pode ser compreendido como a utilização de um análogo oriundo da própria área/disciplina em estudo, como por exemplo, a explicação de circuito elétrico (alvo) com base em um circuito hidráulico (análogo).

A classificação que fizemos de cada AA pode ser vista no Quadro 3 e as respectivas frequências, no Quadro 4.

Quanto ao tipo de relação analógica, 25,0% das analogias catalogadas são do tipo estrutural, e foram utilizadas na explicação de alvos que se referem especificamente a estruturas, como, por exemplo, a do modelo atômico de Thomson (AAQ 002) e das conformações da molécula de hexano (AAQ 015), conforme mostra o Quadro 3. Identificamos também 37,5% de analogias do tipo estrutural-funcional (que, segundo Curtis e Reigeluth (1984) pode ser considerado como mais poderoso que os outros dois), 18,8% de funcionais e a mesma percentagem de analogias de fórmula.

Em relação ao formato das AA, a expressiva maioria delas (68,8%), é verbal. Parece-nos que diversas delas poderiam ser pictórico-verbais, tais como a AA Q006 (por exemplo, poderia incluir a figura de um teclado de piano mostrando a seqüência das notas musicais e indicando que a oitava nota repete a primeira mas com uma diferente altura de som), e a AA Q013 (moinho de água). Quem, nos dias de hoje, já viu um deles e conhece seu funcionamento? Portanto, se esse análogo não for familiar aos leitores, não contribuirá para a compreensão, por parte deles, do que seja *fluxo de calor nos ciclos de uma máquina térmica*. Por outro lado, em nossa opinião, no caso da AA Q012 (receita culinária-reação química/reagente limitante) o formato puramente verbal permite que sejam facilmente estabelecidas as similaridades e as diferenças, pois, ao que tudo indica, o análogo é bem familiar aos estudantes. Acreditamos que o mesmo ocorre no caso da AA Q004 e da AA Q008, em que os análogos são pulga no centro de um estádio de futebol e escada, respectivamente. Mas, não devemos esquecer que uma representação pictórica do análogo (e também do alvo) pode contribuir consideravelmente para uma mais fácil e profunda compreensão do que está sendo estudado.

Como seria de esperar, quase todas as AA mapeadas são concreta-abstrata, isto é, um análogo concreto foi utilizado na explicação de um conceito ou fenômeno abstrato. Classificamos somente uma AA como concreta-concreta e outra como abstrata-abstrata.

Quanto à posição, encontramos quase a metade (44,8) das AA no *início* ou *durante* a instrução e um pouco mais da metade (56,3%), no *final* dela. Como Monteiro & Justi (2000), também concordamos com Curtis & Reigeluth (1984) quando prescrevem que o análogo seja trabalhado no início ou durante a instrução do estudante. Mesmo reconhecendo que uma analogia apresentada no final da instrução para auxiliar os estudantes a elaborarem uma síntese conclusiva sobre o alvo (como um pós-sintetizador), possa desempenhar importante papel na aprendizagem, sugerimos que diversas das analogias desse tipo que mapeamos sejam re-locadas, com vistas a contribuir para a compreensão dos conteúdos novos e provavelmente completamente desconhecidos pelos estudantes. Há uma única AA em que o análogo está posicionado antes do alvo, aparecendo como forma de introdução do conceito a ser estudado.

Em relação ao nível de enriquecimento, 75% das analogias são simples, 18,8%, enriquecidas e 6,3% estendidas. Para aqueles autores, as primeiras tendem a serem utilizadas nos casos em que a relação entre alvo e análogo é bastante óbvia, necessitando pouca ou nenhuma explicação, e aparecem com pouca frequência em textos escritos. Obviamente, elas têm o seu valor mas, é também óbvio que uma analogia enriquecida ou estendida têm potencial didático muito maior.

**Quadro 3: Classificação de Analogias segundo Curtis e Reigeluth (1984) e Mól (1999)**

Código da AA	Análogo	Alvo	Classificação				
			Tipo de Relação analógica	Formato da relação analógica	Condição da analogia	Posição do análogo na explicação	Nível de enriquecimento
AA Q001	<i>molas</i>	<i>interações entre partículas, nos sólidos, líquidos e gases</i>	funcional	pictórico-verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q002	<i>panetone (pudim de passas)</i>	<i>modelo atômico de Thomson</i>	estrutural	verbal	concreta-abstrata	durante	simples
AA Q003	<i>sistema solar (planetário)</i>	<i>modelo atômico de Rutherford</i>	estrutural-funcional	verbal	abstrata-abstrata	durante	enriquecida
AA Q004	<i>uma pulga no centro de um estádio de futebol: relação de tamanhos</i>	<i>núcleo no centro de um átomo: relação de tamanhos</i>	fórmula	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q005	<i>parafuso</i>	<i>parafuso telúrico: classificação periódica dos elementos químicos, de Chancourtois</i>	estrutural	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q006	<i>seqüência de notas musicais</i>	<i>lei da oitavas: classificação periódica dos elementos químicos, de Newlands</i>	estrutural-funcional	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q007	<i>ondas do mar</i>	<i>natureza da luz</i>	estrutural-funcional	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q008	<i>degraus de uma escada</i>	<i>níveis de energia átomo</i>	estrutural-funcional	verbal	concreta-abstrata	durante	enriquecida
AA Q009	<i>identidade de uma pessoa</i>	<i>conservação de massa em reações químicas</i>	funcional	verbal	concreta-concreta*	durante	simples
AA Q010	<i>dúzia</i>	<i>mol</i>	fórmula	pictórico-verbal	concreta-abstrata	durante	simples
AA Q011	<i>número de bolinhas de diferentes tamanhos que cabem em garrafas de igual volume e formato</i>	<i>número de de moléculas de massas diferentes em amostras de mesma massa</i>	fórmula	pictórico-verbal	concreta-abstrata	início	simples
AA Q012	<i>receita culinária</i>	<i>reagente limitante em uma reação química</i>	estrutural-funcional	verbal	concreta-abstrata	final	enriquecida
AA Q013	<i>fluxo de água, moinhos de água</i>	<i>fluxo de calor nos ciclos de uma máquina térmica</i>	funcional	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q014	<i>imagem especular das mãos</i>	<i>quiralidade de uma molécula</i>	estrutural	pictórico-verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q015	<i>forma de bote e cadeira</i>	<i>conformação de uma molécula de hexano</i>	estrutural	verbal	concreta-abstrata	final	simples
AA Q016	<i>chave-fechadura</i>	<i>fármaco-biomacromolécula receptora</i>	estrutural-funcional	pictórico-verbal	concreta-abstrata	durante	estendida

**Quadro 4: Freqüências das categorias de classificação das AA**

Categorias		Frequência	
		f	%
Tipo de relação analógica	Estrutural	04	25,0
	Funcional	03	18,8
	Estrutural-funcional	06	37,5
	De fórmula	03	18,8
Formato da apresentação analógica	Verbal	11	68,8
	Pictórico-verbal	05	31,3
Condição da analogia	Concreta-concreta	01	6,3
	Concreta-abstrata	14	87,5
	Abstrata-abstrata	01	6,3
Posição do análogo na explicação	Início da instrução	01	6,3
	Durante a instrução	06	37,5
	Final da instrução	09	56,3
Nível de enriquecimento	Simple	12	75,0
	Enriquecida	03	18,8
	Estendida	01	6,3
Analogias internas		00	0,0

Não encontramos nenhuma analogia interna à própria química (vide Quadro 4).

#### ANÁLISE DAS AA UTILIZANDO-SE O MODELO TWA

Para verificar se as apresentações mapeadas contemplavam os passos do modelo, utilizamos uma escala qualitativa com três valores, criada pela equipe inicial do projeto LFC e já utilizada em publicações anteriores, a seguir explicitada.

- C – a apresentação contempla o passo considerado;
- CP – o passo foi contemplado de forma breve ou restrita, ou seja, parcialmente;
- NC – não foi possível identificar a contemplação deste passo na apresentação.

Adotada esta escala, buscamos estabelecer um certo grau de concordância ente os passos do Modelo TWA e as apresentações analógicas mapeadas, o que mostramos no Quadro 5.

Como seria de esperar, o passo 1 foi contemplado por todas as AA, embora em uma delas, a nosso ver, parcialmente. Nela, AA Q007, pareceu-nos que o alvo não foi bem introduzido, pois, da maneira com que o texto o expõe, parece-nos que pode dar a idéia de que a natureza da luz é a mesma das ondas do mar, ou seja, somente a de ondas mecânicas, e não dual, também eletromagnética.

O passo 2, – introdução da situação análoga – foi contemplado em 81,3% dos casos. Porém, freqüentemente os análogos restringem-se a uma mera citação de seu nome, como nas AA Q002 (panetone), Q007 (ondas do mar), Q013 (moinho d'água) e Q015 (bote e cadeira). Usualmente, “pudim de passas” é o análogo utilizado para o modelo atômico de Thomson mas, na AA Q007, essa expressão aparece simplesmente como denominação do referido modelo, não havendo no texto nenhuma alusão explícita a qualquer semelhança ou diferença entre panetone e pudim de passas. Além disso, em três casos (AA Q005, AA Q006, AA Q015) a menção ao nome do análogo ocorre somente na legenda de uma figura que representa o alvo.

Na maioria das vezes, não é feita a identificação das características relevantes do análogo (passo 3), nem o estabelecimento de similaridades entre ele e o conceito alvo (passo 4), sendo esses passos em geral trabalhados de forma breve, sem uma discussão mais aprofundada.

Por exemplo, consideramos que na AA 006 o passo 3 foi contemplado parcialmente porque os autores se referem a “seqüência das notas musicais”, sem especificarem que uma dada nota *repete a oitava nota* precedente (ou a oitava seguinte) e também sem mencionarem a

**Quadro 5: Classificação das apresentações analógicas segundo os passos do modelo TWA.**

Código da AA	Análogo	Alvo	Concordância com os passos do modelo TWA					
			1	2	3	4	5	6
AA Q001	<i>molás</i>	<i>interações entre partículas, nos sólidos, líquidos e gases</i>	C	C	NC*	NC	NC	NC
AA Q002	<i>panetone (pudim de passas)</i>	<i>modelo atômico de Thomson</i>	C	C	NC*	NC	NC	NC
AA Q003	<i>sistema solar (planetário)</i>	<i>modelo atômico de Rutherford</i>	C	C	CP*	CP	NC	CP
AA Q004	<i>uma pulga no centro de um estádio de futebol: relação de tamanhos</i>	<i>núcleo no centro de um átomo: relação de tamanhos (volumes)</i>	C	C	CP	CP	NC	CP
AA Q005	<i>parafuso</i>	<i>parafuso telúrico: classificação periódica dos elementos químicos, de Chancourtois</i>	C	NC	NC*	NC	NC	NC
AA Q006	<i>seqüência de notas musicais</i>	<i>lei da oitavas: classificação periódica dos elementos químicos, de Newlands</i>	C	CP	NC*	NC	NC	NC
AA Q007	<i>ondas do mar</i>	<i>natureza da luz</i>	CP	CP	NC*	NC	NC	NC
AA Q008	<i>degraus de uma escada</i>	<i>níveis de energia do elétron no átomo de hidrogênio</i>	C	C	C	CP	NC	CP
AA Q009	<i>identidade de uma pessoa</i>	<i>conservação de massa em reações químicas</i>	C	C	C	CP	NC	C
AA Q010	<i>dúzia</i>	<i>mol</i>	C	C	C	CP	CP	CP
AA Q011	<i>número de bolas de isopor de diferentes tamanhos em garrafas de igual volume e formato</i>	<i>número de moléculas de massas diferentes em amostras de mesma massa</i>	C	C	C	CP	NC	NC
AA Q012	<i>receita culinária</i>	<i>reagente limitante em uma reação química</i>	C	C	C	CP	NC	NC
AA Q013	<i>fluxo de água num moinho de água</i>	<i>fluxo de calor nos ciclos de uma máquina térmica</i>	C	C	NC	NC	NC	NC
AA Q014	<i>imagem especular das mãos</i>	<i>quiralidade de uma molécula</i>	C	C	C	NC	NC	NC
AA Q015	<i>forma de bote e cadeira</i>	<i>conformação de uma molécula de hexano</i>	C	C	NC*	NC	NC	NC
AA Q016	<i>chave-fechadura</i>	<i>fármaco-biomacromolécula receptora</i>	C	C	C	C	C	CP

\*Os análogos são tão simples, que os autores devem ter suposto ser desnecessário identificar as características relevantes deles.

**Quadro 6: Frequências com que as AA contemplam os passos do Modelo TWA.**

Passos do modelo TWA		Frequência com que as AA contemplam ou não os passos do modelo TWA					
		C		CP		NC	
		f	%	f	%	f	%
1.	Introdução da “situação alvo” a ser ensinada	15	93,8	01	6,3	00	0,0
2.	Introdução da “situação análoga” a ser utilizada	13	81,3	02	12,5	01	6,3
3.	Identificação das características relevantes do “análogo”	07	43,8	02	12,5	07	43,8
4.	Estabelecimento de similaridades entre o “análogo” e o “alvo”	01	6,3	07	43,8	08	50,0
5.	Identificação dos limites de validade da analogia	01	6,3	01	6,3	14	87,5
6.	Esboço de uma síntese conclusiva sobre a “situação alvo”	01	6,3	05	31,3	10	62,5

diferente a altura do som de notas uma oitava acima ou abaixo, o que é uma característica relevante do análogo. Talvez a expressão “sequência de notas musicais” seja um tanto vaga para muitos estudantes, podendo ter para eles pouco significado ou até mesmo nenhum.

Quanto ao passo 4, o estabelecimento das similaridades entre análogo e alvo, (passo 4), fica totalmente a cargo dos leitores (aluno e/ou do professor) em 50,0% das AA, e parcialmente, em 43,8% delas. Esses elevados percentuais de NC e CP no que se refere ao estabelecimento de similaridades indicam uma ineficiente utilização de analogias, o que é reforçado, ainda, pelo fato de quase todas as AA (87,5%) não terem seus limites de validade estabelecidos.

O passo 5 – Identificação dos limites de validade da analogia – foi contemplado em somente uma AA (6,3%), e contemplado parcialmente em também uma delas. Isso é muito preocupante, pois a não identificação dos aspectos em que a analogia falha, que ocorreu em 87,5%, pode favorecer o absolutamente indesejável estabelecimentos de similaridades indevidas, assim como gerar ou fortalecer concepções equivocadas sobre o alvo, entre outros problemas.

O passo 6, que prevê a elaboração de uma síntese conclusiva dos aspectos relevantes do conceito estudado e, buscando assegurar a compreensão dele pelos estudantes, bem como evitar que ele incorpore aspectos que são exclusivos do análogo – ou seja, leve a analogia “longe demais” –, não foi contemplado em 62,5% das AA

De acordo com o modelo TWA, a AA Q016 é a analogia melhor explorada, sendo a única que contemplou os cinco primeiros passos e, ainda que parcialmente, o sexto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que, de maneira geral, os autores do livro analisado parecem não demonstrar preocupação em adotar um modelo específico para a utilização de analogias, ou seja, com a formalização das respectivas apresentações. É possível que eles desconheçam modelos para a utilização de analogias como recurso didático, o que não é de estranhar, pois, tendo-se em vista os múltiplos aspectos a serem considerados na elaboração de um livro didático de qualidade, algum deles pode passar despercebidos. Entretanto, no ensino de uma ciência tão freqüentemente considerada difícil e/ou complexa pelos estudantes, como a Química, parece-nos relevante investir no assunto.

Quanto à freqüência, identificamos 16 analogias, valor superior à média 13 obtida por Curtis & Reigeluth (1984) para quatro livros de Química; e bastante superior à média 5,3 determinada por Terrazzan *et al.* (2005), no estudo de doze livros didáticos dessa disciplina.

As três analogias enriquecidas que catalogamos (AA Q003, AA Q008 e AA Q012) mostraram-se insuficientemente desenvolvidas quanto ao estabelecimento de similaridades entre alvo e análogo, tendo sido, portanto, apresentadas como se fossem simples. Com isso, elas talvez deixem de contribuir tanto quanto poderiam para a aprendizagem dos estudantes.

É possível perceber, então, que uma dada analogia pode ter elevado potencial didático e ser apresentada nos textos como se não o tivesse.

No livro investigado, os autores utilizam em quase todas as AA análogos familiares aos estudantes, vinculados a situações do cotidiano deles. Em cinco delas aparecem imagem especular de mãos, molas, panetone, ondas do mar, e bote e cadeira, mas as características relevantes de cada um são identificadas somente no caso do primeiro. Em outras quatro AA com análogos familiares – degraus de escada, identidade de uma pessoa, bolas de isopor em garrafas, receita culinária – as características relevantes deles foram explicitadas mas as similaridades entre alvo e análogo foram apenas parcialmente consideradas e as diferenças, ignoradas. Isso evidencia que, mesmo sendo o análogo familiar aos estudantes, isso não garante que a analogia favoreça a aprendizagem, podendo, inclusive, constituir um risco ao ser utilizada no ensino.

Portanto, entendemos que para serem utilizadas como boas estratégias de ensino, tendo seu potencial didático devidamente explorado, praticamente todas as AA do livro em pauta

deveriam ser revisadas e reestruturadas, podendo, para isso, serem utilizados os parâmetros que adotamos ou outros, entendidos como convenientes pelos autores.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies written text. **Instructional Science**, n. 13, 99-117, 1984.
- DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies. **Science Education**, v. 79, n. 3, p. 295-312, 1995.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, p. 124-135, 2001.
- GLYNN, S. M. Explaining science concepts. A Teaching-With-Analogies Model. In: S. W. Glynn, R. H. Yany and B. K. Briton (Eds.). **The Psychology of Learning Science**, p. 219-240, 1991.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
- IDING, M. K. How analogies foster learning from science texts. **Instructional Science**, v. 25, n. 4, p. 233-253, 1997.
- LAWSON, A. E. The importance of analogy: a prelude to the special issue. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1213-1214, 1993.
- MÓL, Gerson S. **O uso de analogias no ensino de Química**. Brasília/BRA: Programa de Pós-Graduação, Instituto de Química da Universidade de Brasília. (Tese de Doutorado), 1999.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S.: Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 5, p. 01-23, 2000.
- MORTIMER, E. F. , MACHADO, A. H. **Química**. São Paulo: Scipione, 2007.
- SILVA, L. L. da. **As analogias no ensino de conteúdos conceituais de Física**. Santa Maria/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de mestrado. 2006.
- SILVEIRA, L. M. **Analogias no ensino de Física: Uma contribuição para o estudo de seu potencial didático**. Santa Maria/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de mestrado. 2001.
- TERRAZZAN, E. A.; BUSKE, R.; METKE, J.; PIMENTEL, N. L.; SILVA, L. L. da; GAZOLA, C. D.; FREITAS, D. S.; AMORIM, M. A. L. **Apresentações analógicas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química para o Ensino Médio: uma análise comparativa**. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, **Anais...** Bauru/BRA, 2003.
- TERRAZZAN, E. A.; PIMENTEL, N. L.; SILVA, L. L.; BUSKE, R.; AMORIM, M. A. L.: Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de Física, Química e Biologia. In: **VII Congresso Internacional Sobre Investigación Em La Didáctica De La Ciencias**, Granada, Espanha: Universidad de Granada, 2005.
- THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. Analogies in chemistry textbooks. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, p. 783-795, 1995.