

ESTUDO DAS ANALOGIAS UTILIZADAS EM COLEÇÕES DIDÁTICAS DE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

TERRAZZAN, EDUARDO A.; PIMENTEL, NAIDA L.; DA SILVA, LEANDRO L.; BUSKE, RODRIGO y AMORIM, MARY ANGELA L.
NEC/CE/Universidade Federal de Santa Maria. Brasil

Palavras chave: Analogias; Ensino de ciências; Coleções didáticas; Educação básica; Modelo TWA.

1. INTRODUÇÃO

Vários autores têm pesquisado sobre o uso de analogias no Ensino de Ciências, seja em textos didáticos, seja no discurso dos professores em sala de aula (Dagher, 1995; Glynn & Takahashi, T, 1998; Harrison & Treagust, 1993; Duit, 1991; Terrazzan et al., 2003).

É comum as analogias serem definidas como sendo uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes. Um deles, não familiar, desconhecido ou pouco conhecido, chamado “domínio alvo” (ou alvo, apenas), e o outro, conhecido ou familiar, chamado “domínio análogo”.

Atualmente são apontadas por muitos pesquisadores como recursos didáticos importantes no ensino e na aprendizagem de assuntos científicos, sobretudo no caso de temas complexos e que são reputados como “difíceis”. Assim, acredita-se que as analogias favoreçam os alunos na compreensão de um domínio científico que lhes é desconhecido, com base em um domínio familiar a eles, mediante a comparação de atributos/relações comuns e não comuns entre ambos os domínios (Duit, 1991).

Entretanto, alguns autores são cautelosos quanto à utilização didática de analogias, argumentando que isso nem sempre leva aos resultados esperados (Duit, 1991; Dagher, 1995). Em geral, os “perigos” apontados são: deixar a analogia “ser levada longe demais” e a utilização, pelo professor, de um análogo desconhecido ou pouco familiar aos estudantes.

Ressalta-se que no caso de Coleções Didáticas (CD), contexto de linguagem escrita, não há nenhum modo direto para que sejam recebidas informações de retro-alimentação oriundas dos alunos-leitores, com o intuito de se verificar se eles realmente compreenderam a analogia.

Partindo da constatação básica de que as analogias têm estado presentes nas aulas da área de Ciências no contexto escolar brasileiro, um grupo de pesquisadores do Núcleo de Educação em Ciências do Centro de Educação da UFSM vêm desenvolvendo ações investigativas sobre o assunto, no âmbito de um projeto maior, no qual se insere o presente trabalho. Este tem por objetivos:

- 1) avaliar criticamente a utilização de analogias apresentadas em CD para a Educação Básica, mais especificamente para as disciplinas de Biologia, de Física e de Química;
- 2) elaborar recomendações para a utilização de analogias como recursos didáticos em sala de aula, no Ensino de Ciências Naturais,

e como questões norteadoras:

- a) Qual a frequência de utilização de analogias nas CD de Biologia, de Física e de Química, destinadas ao Ensino Médio, investigadas?
- b) Qual a relação/influência da “natureza” dos tópicos conceituais tratados com/sobre a frequência de uso e a forma de apresentação de analogias nas CD de uma mesma subárea?
- c) Qual a relação/influência do “estilo” dos autores com/sobre a frequência de uso e a forma de apresentação de analogias em cada CD?

2. O ESTUDO REALIZADO

Inicialmente, selecionamos as CD a serem analisadas (Anexo I), localizamos as apresentações de analogias, e elaboramos Quadros-Síntese, por coleção e por volume, onde caracterizamos as apresentações encontradas, mostramos as relações analógicas explicitamente expostas pelo(s) autor(es) e buscamos estabelecer as pretendidas.

Após, analisamos as apresentações catalogadas, utilizando o Modelo TWA (Teaching with Analogies), proposto por Glynn e modificado por Harrison e Treagust (1993), porque ele é relativamente simples em relação a outros (pela quantidade de passos previstos) e também porque considera essencial para a utilização de analogias como recurso didático não só a compreensão das similaridades possíveis, como também a dos limites de validade. Segundo o modelo TWA, deve-se procurar seguir os seis passos abaixo:

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

Para a análise, visando estabelecer um certo “grau de concordância” entre cada uma das apresentações identificadas e estes passos, criamos uma escala qualitativa com três valores, a saber:

C: a apresentação contempla o passo considerado;

P: contemplação de forma breve ou restrita, ou seja, parcial;

NC: não foi possível identificar a contemplação deste passo na apresentação.

Neste texto, vamos nos referir às disciplinas escolares de Biologia, de Física e de Química como subáreas da área curricular de Ciências Naturais e ao assunto, conceito, lei, fenômeno ou modelo do domínio científico focalizado, como alvo.

A seguir, agrupamos as apresentações analógicas em Tópicos Conceituais (TC) específicos para cada subárea, a saber:

Biologia: Histologia/Embriologia, Citologia, Botânica, Zoologia, Ecologia, Genética/Evolução.

Física: Mecânica, Física Térmica/Estrutura da Matéria, Óptica/Ondas, Eletromagnetismo, Física Moderna e Contemporânea.

Química: Química Geral, Físico-Química, Química Orgânica.

Por fim, construímos *tabelas de distribuição das analogias por CD e por TC e também tabelas de concordância com o Modelo TWA*, por subárea (CD e TC).

3. RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 Frequências de utilização de analogias nas CD

Um aspecto a considerar diz respeito ao do número total de analogias identificadas que, em virtude de um certo número delas se repetir uma ou mais vezes (em coleções da mesma ou de diferentes subáreas), é menor que o das apresentações catalogadas (Tabela 1). Por isso, utilizamos de maneira diferenciada os termos analogia e apresentação analógica.

TABELA 1
Frequência de utilização de uma mesma analogia em uma mesma subárea.

Subárea	Número total de apresentações	Número de analogias que se repetem		Número de apresentações com analogias repetidas	Número total de diferentes analogias mapeadas
		f	%		
Biologia	414	40	11,4	102	352
Física	71	08	12,9	17	62
Química	64	07	12,7	16	55

Entre as 55 analogias que se repetem, nas três subáreas, há as repetidas mais de uma vez, em uma mesma ou em diferentes CD.

As apresentações de uma mesma analogias às vezes diferem muito entre si, quando comparadas ao Modelo TWA (Tabela 2)

3.1.1. Analogias utilizadas mais de uma vez nas diferentes coleções de uma mesma subárea.

TABELA 2
Exemplo de analogias utilizadas mais de uma vez nas diferentes coleções de uma mesma subárea.

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Concordância com o modelo TWA					
				Passos					
				1	2	3	4	5	6
Campo elétrico	Campo gravitacional	CD-F1	F002	C	C	C	NC	NC	C
		CD-F3	F019	C	C	C	C	NC	C
		CD-F4	F030	C	C	C	C	P	C

Em Biologia, as maiores frequências aparecem em CD-B1 e CD-B3: 33,3% e 31,4%, respectivamente, do total de apresentações. Na primeira, em alguns TC há poucas analogias e muitas em outros, em CD-B3 a distribuição neles é mais regular.

Nas CD de Física, o uso de analogias predomina (inclusive em todos os tópicos) em CD-F5, com 49,4%, correspondendo a CD-F2 o menor percentual, 8,5%.

Em Química, além de apresentarem analogias com maior frequência, CD-Q2 (39,1%) e CD-Q4 (31,2%), também são as que mais as utilizam em todos os TC, com frequência bem semelhante. Encontramos em CD-Q1 e CD-Q3 15,6% e 14,1%, nessa ordem, das apresentações.

Essas diferentes frequências de distribuição parecem remeter a um “estilo” próprio de cada autor no uso de analogias.

3.1.2. Utilização de uma mesma analogia em diferentes subáreas

Encontramos quatro casos desse tipo. Um exemplo é o identificado em Biologia e Química, que tem como alvo *especificidade enzima-substrato* e, como análogo, *especificidade chave-fechadura*, (B017, B147, B224, Q056 e Q063).

3.1.3. Analogias com alvo em comum e análogos diferentes, em uma mesma subárea

Em Biologia, um certo alvo foi vinculado a 4 diferentes análogos e um outro, a 2, resultando 6 analogias e igual número de apresentações.

Encontramos em Física 5 casos, correspondendo a 11 analogias e também a 11 apresentações.

Em Química, achamos um único caso, com 03 apresentações (Q008, Q027 e Q055), sendo o alvo *velocidade de uma reação química é determinada pela etapa mais lenta* é comparados aos análogos: a) *montanha russa*, b) *fila num restaurante tipo bandejão*, e c) *viagem de automóvel com congestionamentos, pedágios*, etc.

3.1.4. Analogias com mesmo análogo relacionado a diferentes alvos, nas diferentes subáreas

Entre as 352 analogias mapeadas em Biologia, encontramos 19 análogos relacionados a 63 diferentes alvos, em 78 apresentações. Por exemplo, *molde* é o análogo para os alvos *cartilagem*, *RNA* e *molécula de enzima* em B175, B232 e B355.

Em Física encontramos 4 pares de alvos diferentes, sendo cada par vinculado a um determinado análogo, totalizando 8 apresentações.

Entre as 55 analogias encontradas em Química, duas têm um análogo em comum, cada uma com uma apresentação.

A diferença – cerca de 8 e 32 vezes maior em Biologia do que em Física e em Química, nessa ordem –, talvez possa ser atribuída ao fato de que na primeira muitas analogias somente comparam a forma do alvo com a do análogo.

3.1.5. Analogias Internas

Das 62 analogias mapeadas em Física, 46 (74,2%) usam *análogos internos* e, considerando-se as 71 apresentações, eles aparecem em 53 delas (74,6%).

Em Biologia, há somente 16 analogias deste tipo (4,5%) e nas 414 apresentações, 24 casos (5,8%).

Em Química não encontramos analogias internas.

3.2. Frequência de distribuição das analogias nos diferentes tópicos conceituais

Em Biologia, a frequência de distribuição das apresentações analógicas nos diferentes TC variou bastante mas, em Citologia encontramos os maiores percentuais, nas 4 CD, com uma média de 44%. Isto poderia ser explicado por este tópico englobar assuntos pouco familiares aos alunos. Porém, se assim fosse, no TC Genética e Evolução, cujos assuntos também não são muito familiares, seria de esperar um percentual maior do que os 8,5% obtidos.

Os tópicos Botânica e Zoologia apresentam, via de regra, conteúdos familiares aos alunos. Assim, é fácil aceitar a baixa frequência de apresentações analógicas no primeiro (4,3%). Zoologia, porém, foi o segundo tópico com maior frequência (18,6%), talvez porque as apresentações se referem sobretudo a invertebrados e micro-vertebrados, não muito familiares aos alunos.

Eletromagnetismo foi, em Física, o TC com o maior percentual de apresentações (52,1%); Física Moderna e Contemporânea aparece com o menor (2,8%). Ambos são constituídos majoritariamente por conceitos pouco familiares aos alunos, o favorecendo um maior uso de analogias, o que explicaria o alto percentual no primeiro caso. No segundo caso, o baixo percentual decorre do fato do tópico ser muito pouco abordado nos textos didáticos.

Em Química, há uma grande diferença entre as CD, considerando-se o número total de apresentações analógicas tanto por CD quanto por TC. Um pouco mais da metade do total (56,2%) corresponde ao TC Química Geral e em CD-Q3 88,9% das apresentações concentram-se neste tópico; os outros dois aparecem com 21,9% cada.

Possíveis explicações para as diferentes frequências poderiam ser o “estilo” dos autores e uma “tradição” firmada ao longo da história da produção de livros didáticos.

3.3. Análise segundo o modelo TWA

Em todas as CD, os resultados da análise segundo o modelo TWA mostraram-se preocupantes, pois os outros passos 3 a 6 são majoritariamente não contemplados ou o são parcialmente.

Os percentuais de identificação das características relevantes do análogo (passo 3) podem ser considerados muito baixos, nas três subáreas. Em decorrência disso, também não foram constatados bons resultados no passo 4 (estabelecimento de similaridades entre alvo e análogo).

Isto significa que as apresentações da maioria das analogias deixam para o leitor o estabelecimento das correspondências entre alvo e análogo, o que é problemático, pois podem ser estabelecidas relações equivocadas ou mesmo incorretas por parte dos alunos, e contribuir para manter ou gerar concepções ‘errôneas’ sobre o assunto estudado.

Talvez os autores das coleções analisadas considerem familiares aos alunos os análogos que utilizam ou que cabe aos professores, em sala de aula, uma exploração mais detalhada dos análogos ou, ainda, usem analogias sem terem informações suficientes sobre o papel delas como recurso didático.

A maioria dos autores das CD não identifica os limites de validade das analogias (Passo 5). Esse passo é contemplado somente em 2%, 5,6% e 1,6% das apresentações em Biologia, Física e Química, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

A utilização de analogias nas CD analisadas é feita, pelos diferentes autores, de maneira bastante variada. A maioria dos análogos identificados nas CD de Física são internos à própria área do conhecimento, o que pode trazer dificuldades de aprendizagem, se aceitarmos o pressuposto de que o análogo deve ser familiar aos alunos.

Tendo-se por referência o modelo TWA, as apresentações analógicas encontradas nas CD analisadas não se mostraram, em grande maioria, boas estratégias de ensino.

Mediante a análise da distribuição das analogias nas CD, percebemos que em cada subárea houve algum autor que pareceu se preocupar com um uso mais freqüente de analogias e/ou também com a forma deste uso, caracterizando assim um “estilo” próprio. Mas, para maior segurança, necessitaríamos aprofundar e ampliar os estudos para outras CD destes mesmos autores e também entrevistá-los.

Notamos que alguns TC parecem favorecer o uso de analogias. Uma análise mais aprofundada em outras CD de diversas épocas permitiria avaliarmos se este fato ocorre devido a uma tradição em usar certas analogias, firmada desde o surgimento do conceito científico que serve como alvo para ela.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAGHER, Z. R.:(1995). 'Review of studies on the effectiveness of instructional analogies'. In: *Science Education*, v.79, n.3, p.295-312.
- DUIT, R.: (1991). 'On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science'. In: *Science Education*, v.79, n.6, p.649-672.
- GLYNN, S. M.; TAKAHASHI, T.: (1998). 'Learning from analogy-enhanced science text. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (10), p. 1129-1149.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F.: (1993). 'Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n.10, p.1291-1307.
- TERRAZZAN, E. A.; PIMENTEL, N. L.; GAZOLA, C. D.; SILVA, L. L. da; BUSKE, R.; AMORIM, M. A. L.; FREITAS, D.S.; METKE, J.: (2003). 'Apresentações analógicas em coleções didáticas de biologia, Física e Química para o Ensino Médio: uma análise comparativa'. In: *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru/BRA, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. (CD-Rom).

ANEXO I

Tabela 1– Coleções didáticas analisadas

Subárea	Código da CD	Referência Bibliográfica
BIOLOGIA	CD-B1	AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.: (1994). <i>Biologia 2º Grau</i> . São Paulo/BRA: Moderna. 3v.
	CD-B2	LINHARES, S.; GEWANDSZAJDER, F.: (1994). <i>Biologia Hoje</i> . São Paulo/BRA: Ática. 3v.
	CD-B3	PAULINO, W.R.: (1995). <i>Biologia Atual</i> . São Paulo/BRA: Ática. 3v.
	CD-B4	SOARES, J.L.: (1996). <i>Biologia 2º Grau</i> . São Paulo/BRA: Scipione. 3v.
FÍSICA	CD-F1	BONJORNIO, J.R.; RAMOS, C.M.: (1992). <i>Física</i> . São Paulo/BRA: FTD. 3v.
	CD-F2	ALVARENGA, B.A.; MÁXIMO, A.: (1997). <i>Curso de Física</i> . São Paulo/BRA: Scipione. 3v.
	CD-F3	GONÇALVES, A.; TOSCANO, C.: (1997). <i>Física e Realidade</i> . São Paulo/BRA: Scipione. 3v.
	CD-F4	GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física): (1990). <i>Física</i> . São Paulo/BRA: EDUSP. 3v.
	CD-F5	GUIMARÃES, L.A.; FONTE BOA, M.: (1997). <i>Física para o 2º Grau</i> . São Paulo/BRA: Harbra. 3v.
QUÍMICA	CD-Q1	FONSECA, M.R.M. da: (1992). <i>Química</i> . São Paulo/BRA: FTD. 3v.
	CD-Q2	PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L.do: (1993). <i>Química: na abordagem do cotidiano</i> . São Paulo/BRA: Moderna. 3v.
	CD-Q3	USBERCO, J.; SALVADOR, E.: (1999). <i>Química</i> . São Paulo/BRA: Saraiva.. 3v.
	CD-Q4	FELTRE, R.: (1994). <i>Química</i> . São Paulo/BRA: Moderna. 3v.