

O USO DE ANALOGIAS EM COLEÇÕES DIDÁTICAS DE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA SEGUNDO O “ESTILO” DOS AUTORES E A “NATUREZA” DO TÓPICO CONCEITUAL¹

Eduardo A. Terrazzan²

eduterra@ce.ufsm.br

Rodrigo Buske³

robuske@yahoo.com.br

Jaqueline Metke⁴

jmetke@bol.com.br

Naida L. Pimentel⁵

naidalp@ce.ufsm.br

Leandro L. da Silva⁶

llondero@bol.com.br

Carine D. Gazola⁷

cdgazola@yahoo.com.br

Deisi S. Freitas⁸

deisisf@smail.ufsm.br

Núcleo de Educação em Ciências, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria
Campus Universitário Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS

Resumo

Neste artigo, evidenciamos a influência do “estilo” dos autores e da “natureza” dos Tópicos Conceituais sobre a frequência e a forma de utilização de analogias em Coleções de Livros Didáticos de Biologia, Física e Química dirigidas ao Ensino Médio. As analogias identificadas nas Coleções Didáticas analisadas foram separadas por Tópicos e por Coleção e foram realizadas várias comparações entre as distribuições obtidas. As apresentações analógicas foram comparadas com o modelo TWA (Teaching With Analogies). No final, analisamos alguns aspectos dessa influência.

Palavras-chave: Analogias no Ensino de Ciência; Livros Didáticos; Ensino Médio.

Introdução

Analogias existem provavelmente desde o início do desenvolvimento da linguagem. Seu uso é extraordinariamente frequente na linguagem cotidiana; é difícil passarmos um dia sem fazer uso delas. Para explicar ‘algo’ para alguém, é muito comum usarmos expressões do tipo ‘Parece com...’, ‘É como se fosse...’, ‘Imagine que...’. Em todos estes casos há sempre subjacente a idéia de uma comparação, ou seja, de uma analogia. Na verdade, uma analogia

¹ Apoios Parciais: CNPq, CAPES e UFSM

² Professor Adjunto do Centro de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação/UFSM

³ Acadêmico do Curso de Ciências Biológicas- Licenciatura/UFSM – Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

⁴ Aluna do Curso de Física- Licenciatura/UFSM

⁵ Professora Adjunta do Núcleo de Educação em Ciências

⁶ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação/CE/UFSM – Bolsista CAPES

⁷ Aluna do Curso de Física- Licenciatura/UFSM

⁸ Professora Adjunta do Centro de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação/UFSM

pode ser definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes.

O uso de analogias é muito comum também no processo de produção do conhecimento científico. Na literatura específica, há várias referências sobre o papel e a importância das analogias para o desenvolvimento das teorias científicas (Bunge, 1974 e 1973; Turbayne, 1982; Sutton, 1995; Perelman, 1987; Nouvel, 2001; Bronowski, 1997; Martinazzo, 1994; Coracini, 1991; Achinstein, 1968). Porém, entre a linguagem cotidiana e a científica aparece a linguagem utilizada na escola. Ou ainda, entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico, ocorre o conhecimento escolar. Daí a importância crescente com o papel das analogias na aprendizagem escolar. Segundo Duit (1991), estudos sobre concepções alternativas dos alunos em relação aos conceitos científicos evidenciam que eles usualmente tentam compreender os fenômenos através do emprego de análogos que lhes são familiares. Os resultados de tais estudos não são propriamente surpreendentes na medida em que o processo de relacionar idéias através de analogias é uma parte básica do pensamento humano.

No âmbito específico da Didática das Ciências, há algum tempo já se manifesta a preocupação em avaliar a influência deste tipo de recurso na aprendizagem dos alunos. Desde então, são diversas as investigações deste tipo que têm tratado de avaliar a efetividade das analogias como recurso para o Ensino de Ciências. Esta preocupação crescente refletiu-se inclusive no fato de uma revista especializada internacional, como o *Journal of Research in Science Teaching*, dedicar o seu número inteiro de dezembro de 1993, para tratar especificamente deste tema: *The Role of Analogy in Science and Science Teaching*.

Nos últimos anos, também têm aumentado o número de trabalhos realizados sobre este tema por pesquisadores brasileiros. Vários destes tratam do papel e do uso das analogias no Ensino de Ciências (Terrazzan, 1996a, 1996b, 2000; Mol, 1999; Justi, 2000).

As metáforas e as analogias são apontadas, por muitos investigadores, como recursos didáticos importantes no processo de ensino-aprendizagem de conceitos no âmbito das áreas científicas, principalmente aquelas que, tradicionalmente, têm evidenciado maiores dificuldades de compreensão por parte dos alunos. Elas possibilitam a compreensão de um domínio científico desconhecido dos alunos, a partir de um domínio familiar a eles, com base na exploração de atributos/relações comuns e não comuns de ambos os domínios. Segundo Lawson (1993) existem dois tipos de conceitos científicos, os conceitos descritivos e os conceitos teóricos, sendo que todos eles são criações da imaginação dos cientistas e existem como parte de sistemas conceituais explicativos. Os conceitos descritivos são conceitos para os quais existem exemplares perceptivos no ambiente, como por exemplo, os conceitos de variação fenotípica e de estados físicos da matéria (sólido líquido e gasoso). Já para os conceitos teóricos não existem exemplares perceptíveis no ambiente, como por exemplo os conceitos de gene, átomo, quark, gráviton. Dada esta diferença, o uso de analogias pelo professor pode ajudar os estudantes na compreensão de conceitos teóricos.

De forma semelhante, e lembrando que analogias criam uma ponte entre o conteúdo familiar e outro não familiar, ou então entre conteúdos simples e conteúdos complexos e difíceis, Curtis e Reigeluth (1984) justificam o uso de analogias para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de áreas científicas consideradas tradicionalmente difíceis

Para que uma analogia seja uma ferramenta de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que seja familiar aos alunos. Enquanto o aspecto familiar é chamado 'domínio análogo', o aspecto desconhecido é chamado de 'domínio alvo'. Porém, embora as analogias sejam utilizadas tanto por professores em suas falas, como por autores de Coleções Didáticas em textos escritos, os contextos de uso são completamente distintos. Quando o professor usa uma analogia, seja retirada de um livro-texto ou elaborada por ele mesmo, ele tem condições de avaliar em que medida os alunos a compreenderam. Caso perceba que eles não compreenderam corretamente a analogia, isto é, não conseguiram fazer relações entre o

análogo e o alvo, o professor pode esclarecê-la ou explicá-la de uma outra forma ou de uma forma mais completa.

Diferentemente do professor, os autores não possuem nenhum mecanismo para avaliar a compreensão das analogias pelos alunos-leitores. Sendo assim, acreditamos que autores de Coleções Didáticas devem antecipar possíveis dificuldades que os alunos-leitores possam ter no estabelecimento de relações entre o alvo e o análogo e dessa forma, prepará-las para que sejam realmente eficientes recursos de ensino. Decorre daí a necessidade e a importância de estudos que analisem as analogias propostas em livros-texto a forma de suas apresentações.

O perigo mais freqüentemente apontado na utilização de analogias como recurso didático é que os alunos podem “levar a analogia longe demais”, ou seja, estabelecerem relações analógicas inadequadas. Isto não diminui o valor das analogias enquanto instrumentos de ensino, mas ressalta a necessidade de auxiliar os alunos a identificarem não apenas as similaridades, como também as diferenças entre o domínio análogo e o domínio alvo.

Diante destas e de várias outras dificuldades apontadas na literatura específica da área do Ensino de Ciências, torna-se necessário um cuidado maior no uso didático de analogias. Buscando supera-las e/ou minimiza-las, várias propostas também aparecem nesta literatura. Dentre elas, o modelo TWA (Teaching With Analogies) proposto por Glynn (1991) e modificado por Harrison e Treagust (1994), se mostrou o mais adequado para a estruturação didática de analogias e, por isso, foi adotado para subsidiar os trabalhos realizados no âmbito do projeto “*Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações para o Ensino de Ciências Naturais*”, desenvolvido junto ao NEC/CE/UFSM.

Neste projeto nos propusemos a estudar, inicialmente, o uso de analogias tanto em textos didáticos para o Ensino de Ciências, como no discurso de professores em aulas da área de Ciências. Posteriormente, analisamos também o uso de analogias em outros textos, como Textos de Divulgação Científica, e em Atividades Didáticas orientadas e estruturadas especificamente com esta finalidade.

Para análise do uso de analogias em textos didáticos, foram selecionadas algumas das Coleções Didáticas mais utilizadas por professores de Física, Química e Biologia das escolas de Ensino Médio da região de Santa Maria/RS. Estas Coleções Didáticas estão identificadas no Anexo I.

Após leituras cuidadosas e exaustivas destas coleções, foram identificadas 414 analogias nas coleções analisadas de Biologia, 71 nas de Física e 64 nas de Química. Estas analogias foram catalogadas e separadas por Coleção Didática de cada subárea. Neste trabalho, consideramos as áreas da Biologia, Física e Química como subáreas do Ensino de Ciências.

Numa primeira análise, todas as apresentações analógicas identificadas nas Coleções analisadas foram “comparadas” com os 6 passos propostos pelo modelo TWA, descritos a seguir:

1. Introdução da “situação alvo” a ser tratada;
2. Introdução da “situação análoga” a ser utilizada;
3. Identificação das características relevantes do análogo;
4. Estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo;
5. Identificação dos limites de validade da analogia utilizada;
6. Esboço das conclusões/sínteses sobre a “situação alvo”.

A partir desta “comparação”, foram construídas **Tabelas de Concordância com o Modelo TWA** contendo o grau de aproximação de cada uma das apresentações analógicas com os passos do Modelo TWA. Estas tabelas foram analisadas segundo uma escala

qualitativa de três valores: C, contempla o passo do modelo, P, contempla parcialmente o passo do modelo e NC, não contempla o passo do modelo.

A seguir, algumas das analogias cujas apresentações mais se aproximavam do modelo TWA, foram escolhidas com a finalidade de servir de base para estruturar Atividades Didáticas para uso em aulas no Ensino Médio, sendo que o embasamento para esta estruturação também seguiu o modelo TWA.

Questões Norteadoras e Desenvolvimento do Trabalho

A partir da identificação de diferentes quantidades de analogias nas coleções analisadas de cada uma das três subáreas, surgiu a necessidade de dividirmos estas em Tópicos Conceituais para tentarmos responder os seguintes questionamentos abaixo explicitados, que balizaram este trabalho.

- Qual a relação/influência da “natureza” dos tópicos conceituais tratados com/sobre a frequência de uso e a forma de apresentação de analogias nas Coleções Didáticas de uma mesma subárea?
- Qual a relação/influência do “estilo” dos autores com/sobre a frequência de uso e a forma de apresentação de analogias em cada Coleção Didática?

Assim, após as analogias terem sido agrupadas por Coleção Didática, foram agrupadas por tópicos conceituais específicos de cada subárea, a saber:

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

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

Tópicos conceituais em Química: Química Geral, Físico-Química, Química Orgânica.

Há muita discussão acerca das possíveis divisões de cada uma destas subáreas. Porém, nosso critério de escolha desses tópicos conceituais foi baseado na disposição destes nas Coleções Didáticas analisadas. Particularmente, em Biologia, agrupamos os tópicos Genética e Evolução em apenas um tópico, devido ao fato de serem normalmente apresentados em conjunto em todas as Coleções Didáticas analisadas. O mesmo foi feito com os tópicos Histologia e Embriologia. Em Física, apesar de Óptica estar associada ao Eletromagnetismo e Ondas estar associada à Mecânica em termos da estrutura conceitual, neste trabalho estes tópicos foram agrupados pelo fato de aparecerem isolados na maioria dos textos didáticos, mas ao mesmo tempo tratarem de aspectos ondulatórios, seja de fenômenos eletromagnéticos/luminosos, seja de fenômenos mecânicos. Além disso, alguns aspectos relacionados à Estrutura da Matéria, normalmente são apresentados no desenvolvimento de assuntos de Física Térmica em grande parte dos textos didáticos. Isto justificou o agrupamento destes dois tópicos.

Após essa nova divisão, foram construídas **Tabelas de Distribuição das Analogias** para cada subárea (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6), contendo a frequência de uso de analogias em cada Coleção Didática e em cada Tópico Conceitual. Além disso, as apresentações analógicas foram “comparadas” com o modelo TWA, visando estabelecer o nível de aproximação de cada uma destas apresentações com este modelo. Para tanto, foram construídas **Tabelas de Concordância com o Modelo TWA**, indicando o quanto cada apresentação analógica

contempla cada um dos passos do modelo. Este procedimento foi feito para cada Coleção Didática e para cada Tópico Conceitual (Tabelas 7, 8, 9, 10, 11 e 12). Todas estas tabelas encontram-se no Anexo II.

Resultados e Discussão

Frequência de uso de analogias nas coleções didáticas

Biologia:

A frequência de uso de analogias encontradas em cada coleção foi bastante variável (Tabela 1), o que poderia ser explicado por um “estilo” próprio dos autores. Sendo assim, parece ser “estilo” dos autores Amabis, J. M. e Martho, G. R. e Paulino W.R. usar analogias em suas coleções se observarmos suas percentagens iguais, respectivamente, a 33,3% e 31,4% do total de analogias. Devemos lembrar que não consideramos o número de páginas de cada coleção. As diferentes quantidades de analogias catalogadas em cada tópico conceitual servem para corroborar que existe um “estilo” característico de cada autor na preferência pelo uso de analogias, visto que não existe um padrão de frequência em cada coleção, com exceção do tópico Citologia.

Física

A tabela 3 evidencia que a frequência de uso de analogias nas Coleções Didáticas variou amplamente. Nela observamos que a coleção de Guimarães e Fonte Boa possui o maior percentual, 49,4% (35 analogias), enquanto que a coleção de Alvarenga e Máximo apresenta o menor percentual, 8,5% (6 analogias). Essa frequência de uso pode ser caracterizada como um “estilo” de recorrer ao uso de analogias pelos dois primeiros autores e um “estilo” de não recorrer ao uso pelos últimos.

Química

Nas coleções CD-Q1, CD-Q2, CD-Q3 e CD-Q4 encontramos, respectivamente, 15,6%, 39,1%, 14,1% e 31,2% do total de apresentações. Não podemos atribuir esta diferença ao ano de publicação das coleções, pois é fácil observar que a mais recente (CD-Q3, 1999) é a com o menor número de apresentações, sendo que a segunda menos recente (CD-Q2, 1993) a mais rica entre as quatro. As coleções CD-Q2 e CD-Q4 apresentam praticamente o dobro do número de apresentações das outras duas. Isto poderia significar que os autores dessas coleções possuem um “estilo” próprio em relação a frequência de uso de analogias, sendo que uns as utilizam mais que outros.

Considerando tópico de Química Geral, constatamos que não há, nas quatro coleções, uma diferença muito grande nos percentuais do número de apresentações, que variam entre 19,5% (CD-Q1) e 33,3% (CD-Q2). O mesmo não acontece em Físico – Química, em que 93% das apresentações se distribuem entre CD-Q2 (50%) e CD-Q4 (42,9%), sendo igual a zero em CD-Q3. No que tange a Química Orgânica, a situação é algo semelhante, com predomínio de apresentações em CD-Q2 e CD-Q4 e expressiva minoria em CD-Q1 e CD-Q3.

Talvez possamos apontar o “estilo” do autor como uma das causas dessas diferenças, mas sugerimos que elas sejam especificamente investigadas, especialmente em Físico-química.

Frequência de distribuição das analogias nos diferentes tópicos conceituais

Biologia

Como podemos ver na Tabela 2, a frequência de distribuição das analogias nos diferentes tópicos conceituais variou bastante nas diferentes Coleções Didáticas, exceto em Citologia, onde foram registrados os maiores percentuais em todas as Coleções. Num primeiro momento, o elevado percentual de analogias relativas a esse tópico (44%) poderia ser explicado por este englobar assuntos não tão familiares para as pessoas em geral. Mas, provavelmente, este não é o caso. Se assim fosse, deveria haver um percentual maior de analogias relativas ao tópico conceitual Genética e Evolução pois, principalmente em Genética, os assuntos tratados também não são tão familiares, ou seja, por se referir a organelas microscópicas e a conceitos teóricos, como o de gene, isto os tornam abstratos. Outra explicação possível para este elevado percentual registrado no tópico Citologia, poderia ser devido às características do “estilo” dos autores. Porém, como existem diferenças na frequência de uso de analogias nos próprios tópicos dentro de cada Coleção, talvez o mais provável é que este elevado uso de analogias no tratamento do tópico Citologia seja devido a uma possível “tradição” firmada ao longo da história da produção de livros didáticos. Como exemplo disto, temos a analogia do complexo antígeno-anticorpo e o sistema chave-fechadura, e a analogia da molécula de DNA comparada com uma escada de corda torcida helicoidalmente, que aparecem em quase todas as coleções didáticas analisadas.

A pequena frequência de analogias relativas ao tópico conceitual Botânica (4,3%) poderia ser justificada devido ao fato deste tópico possuir um conteúdo mais familiar para as pessoas em geral, não necessitando/favorecendo tanto o uso do recurso analógico. Dessa forma, poder-se-ia dizer que esta afirmação não se confirma, visto que o tópico Zoologia, que também pode ser considerado um conteúdo familiar por se referir ao mundo animal, foi o segundo tópico com maior frequência de utilização de analogias (18,6%). Porém, se analisarmos as analogias identificadas neste último tópico, veremos que a maioria delas refere-se a invertebrados e microvertebrados, que não são tão familiares às pessoas. Assim, justifica-se a pequena frequência de analogias em Botânica, a ponto de um autor nem fazer uso neste tópico, e a frequência de analogias em Zoologia.

Física

Mediante a observação dos dados contidos na tabela 4, verificamos que o tópico conceitual com o maior percentual de analogias foi Eletromagnetismo (52,1% do total/ 37 analogias). O restante (47,9%) das analogias está distribuído nos demais tópicos com percentuais diferentes, sendo que o tópico de Física Moderna e Contemporânea aparece com menor percentual (2,8% do total/02 analogias). Uma possível explicação poderia estar na natureza destes tópicos conceituais, ou seja, o tópico Eletromagnetismo, por ser um assunto constituído majoritariamente de conceitos teóricos e pouco familiares aos alunos, parece favorecer/necessitar mais o uso de analogias.

Outra explicação poderia estar no fato que no tratamento didático do Eletromagnetismo várias analogias se “firmam” como tradição. Por exemplo, campo gravitacional/campo elétrico, corrente elétrica em um fio/fluxo de água em um cano.

No caso da Física Moderna e Contemporânea em que são tratados também conceitos teóricos, o baixo percentual de analogias parece ser melhor explicado pelo fato que este tópico é muito pouco abordado nos próprios textos didáticos.

Química

Constatamos uma grande diferença entre as Coleções considerando o número total de analogias. É fácil perceber que um pouco mais da metade deste total (56,2%) corresponde a

Química Geral, parecendo-nos interessante ressaltar que 88,9% das apresentações, em CD-Q3, concentram-se nesse tópico. Os outros dois tópicos apresentam o mesmo percentual (21,9% cada).

Análise segundo o modelo TWA

Biologia

Com relação à forma de apresentação das analogias, os resultados da análise segundo o modelo TWA mostraram-se preocupantes, visto que em todas as Coleções Didáticas, independentemente do tópico conceitual, apenas os passos 1 e 2 são contemplados, sendo os outros passos majoritariamente Não Contemplados (Tabelas 7 e 8). Isto significa que nas Coleções, as apresentações da maioria das analogias restringem-se a uma apresentação do alvo e do análogo, deixando para o leitor fazer as correspondências entre os dois, o que pode ser problemático pois podem ser estabelecidas relações errôneas. Devemos lembrar que os autores provavelmente não têm conhecimento do modelo TWA. Apesar de desconhecerem o modelo, os autores Amabis e Martho, que são os autores que mais recorrem ao uso de analogias em suas coleções, são os que melhor apresentam suas analogias segundo os critérios propostos por este modelo.

Física

Com base nas informações contidas na Tabela 9, percebemos que em todas as Coleções Didáticas o passo 1 é contemplado de 80% a 100%, o passo 2 é contemplado de 50% a 100%. Nos passos 3, 4 e 6 há uma variação bastante significativa.

A maioria dos autores, das Coleções Didáticas analisadas, não identifica os limites de validade das analogias. Das 71 apresentações analógicas em apenas 4 os autores explicitam tais limites, sendo que três destas apresentações são encontradas em uma mesma coleção (CD-F4). Isto evidencia uma preocupação maior por parte destes autores em identificar as limitações das analogias.

Reproduzimos abaixo uma analogia no qual o autor explicita o limite de validade da analogia utilizada.

“O campo elétrico de uma carga é eterno, sendo, por isso incorreto pensar que uma carga emite um campo elétrico. Esta idéia pode ser melhor compreendida com uma comparação entre um frasco de perfume e a carga elétrica. De um frasco de perfume aberto emanam moléculas que preenchem todo o recinto onde ele se encontra, criando um campo de cheiro em todos os pontos dessa região. Se o frasco ficar aberto por muito tempo, esse campo de cheiro tenderá a desaparecer em razão da evaporação do perfume. Nesse sentido o campo de cheiro não é eterno e portanto não análogo ao campo elétrico.” (CD-F4)

O baixo índice de contemplação do passo 5 é preocupante, na medida que os alunos podem estabelecer relações que não são equivalentes, podendo assim, gerar concepções errôneas. A analogia abaixo reproduzida evidencia este fato.

“O conceito de campo elétrico pode ser melhor apresentado fazendo-se uma analogia do campo elétrico com o campo gravitacional criado pela terra em torno de si: a gravidade g . Um corpo próximo à Terra fica sujeito a uma força de atração gravitacional (o seu peso), decorrente da ação do campo gravitacional g sobre a massa m . Uma carga elétrica Q produz, em torno do espaço que a envolve, uma região afetada pela sua presença, o campo elétrico. Uma carga q na presença de um campo elétrico, fica sujeita a ação de uma força elétrica.” (CD-F1)

A analogia se utilizada, da maneira como está apresentada na coleção, pode induzir o aluno a pensar que, assim como a gravitacional, a força elétrica é somente atrativa.

Química

É possível observar que, de maneira geral, os análogos são bem introduzidos (passo 1) nos textos, nas quatro coleções (“C” em 100% dos casos em CD-Q1 e CD-Q4); porém, os percentuais de identificação de suas características relevantes (passo 3) podem ser considerados muito baixos, não sendo superiores a 60% em nenhuma coleção. Isto nos permite dizer que em nenhuma delas há, em geral, evidências de preocupação com uma boa verificação do conhecimento e familiaridade dos alunos para com os análogos, o que, na literatura, é apontado como um perigo (Lawson, 1993).

Em decorrência disso, também não foram constatados bons resultados no passo seguinte, o de número 4, estabelecimento de similaridades entre o alvo e o análogo. Nas coleções CD-Q1 e CD-Q3 a expressiva maioria das apresentações teve esse passo não contemplado e, nas outras duas, predominou o somatório “P” + “NC”.

Quanto ao estabelecimento dos limites de validade do análogo, com exceção de um caso na CD-Q4, as quatro coleções se equivalem: nenhuma apresenta qualquer consideração a respeito. Entretanto, a CD-Q4 voltou ao alvo com, “C” em 60% das apresentações, seguida pela CD-Q2 (48%); as outras duas apresentaram percentuais muito baixos, (20% na CD-Q1 e 11% na CD-Q3).

Sugerimos que tal situação existe talvez porque os autores das coleções analisadas acreditem que os análogos que utilizam sejam absolutamente familiares para os alunos, ou que caberia aos professores, em sala de aula, uma exploração mais detalhada desses análogos, ou porque se valem de analogias sem terem se informado suficientemente sobre o papel dela como recurso didático, ou, ainda, por alguma outra razão diferente das apontadas.

Relativamente aos tópicos conceituais Química Geral, Físico-química e Química Orgânica, com 36, 14 e 14 apresentações, respectivamente, verificamos que o passo 1 do Modelo TWA é contemplado em praticamente em 100% dos casos dos dois primeiros e em 86 % do terceiro.

Situação semelhante ocorre no passo 2. Os percentuais de “C” baixam para valores entre 43% e 64% e os de “NC” sobem para 30%, 22% e 21%, respectivamente, no passo 3.

Os tópicos Química Geral e Química Orgânica mostram-se equivalentes no que tange ao estabelecimento de similaridades entre o análogo e o alvo (passo 4).

De maneira geral os três tópicos mostram-se equivalentes, quanto à contemplação ou não dos passos do modelo TWA. Todavia, Química Geral e Físico-química se destacam no que se refere ao estabelecimento de similaridades entre alvo e análogo (passo 4). O único que inclui uma apresentação (3%) que contempla o passo 5, isto é, identifica os limites de validade do análogo, é Química Geral.

Com boa aproximação, podemos dizer que nenhum dos três tópicos sobressai de maneira marcante.

Considerações Finais

Através da análise da distribuição das analogias nas coleções didáticas, pudemos perceber que, em todas as subáreas, sempre houve algum autor de Coleção Didática que pareceu preocupar-se mais em recorrer ao uso de analogias e também com a forma de usar estas analogias, caracterizando um “estilo” próprio deste. Mas para confirmarmos este fato, necessitaríamos de um estudo mais aprofundado em outras coleções destes autores ou de entrevistas com os mesmos.

Também pudemos perceber que alguns tópicos conceituais parecem favorecer/necessitar mais o uso de analogias, devido à grande variação na frequência de uso

destas nos diferentes tópicos. Isto pode ser explicado pela natureza do conteúdo deste tópico, porém necessitaria de uma análise mais aprofundada em outras Coleções de Livros Didáticos e de outras épocas, para avaliarmos também se este fato não ocorre devido a uma certa tradição em usar esta analogia firmada desde o surgimento do conceito científico que serve como alvo da analogia.

No geral, independentemente da Coleção Didática e do Tópico Conceitual, as apresentações analógicas analisadas contemplam, total ou parcialmente, os passos 1 e 2 do modelo TWA. Nas Coleções Didáticas de Biologia, onde foi catalogado o maior número de analogias, houve um percentual de contemplação parcial maior em comparação com as outras subáreas. A maioria das apresentações analógicas identificadas em todas as Coleções Didáticas, qualquer que seja o Tópico Conceitual, não apresentam os limites de validade da analogia, isto é, não comentam em que pontos a analogia falha, dificultando o estabelecimento de correspondências entre análogo e alvo. Isto pode ser evidenciado pela elevada percentagem de Não Contemplação do passo 5 do modelo TWA (Tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12). Mesmo assim, nas Coleções Didáticas de Física, percebemos um maior índice de contemplação deste passo.

O grau de contemplação de cada um dos passos 3, 4 e 6 do modelo TWA, pelas apresentações analógicas, teve bastante variação entre as coleções das diferentes subáreas e mesmo dentro de cada subárea. Com exceção das apresentações analógicas de Biologia, onde esses passos tiveram maior percentagem de Não Contemplação, independentemente de Coleção Didática e de Tópico Conceitual, na subárea de Física e de Química, o grau de aproximação das apresentações analógicas com o modelo TWA mostrou-se variável. Isto pode ser explicado por características próprias do “estilo” dos autores das Coleções Didáticas ou da “natureza” dos Tópicos Conceituais.

Referências Bibliográficas

- ACHINSTEIN, P. (1968). *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*. Maryland/USA: The Johns Hopkins Press.
- BLACK, M. (1966). *Modelos y Metáforas*. Madrid/ESP: Tecnos.
- BRONOWSKI, J. (1997). *As origens do conhecimento e da imaginação*. 2. ed. Brasília/BRA: Editora da UnB.
- BUNGE, M. (1973). *Filosofia da Física*. Lisboa/POR: Edições 70.
- BUNGE, M. (1974). *Teoria e Realidade*. São Paulo/BRA: Perspectiva.
- CORACINI, M. J. (1991). *Um fazer persuasivo: o discurso subjetivo da ciência*. São Paulo/BRA: EDUC.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. (1984). ‘The Use of Analogies in Written Text’. In: *Instructional Science*, **13**, 99-117.
- DAGHER, Z. R. (1995). ‘Analysis of analogues used by science teachers’. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **32**(3), 259-270.
- DAGHER, Z. R. (1995). ‘Review of studies on the effectiveness of instructional analogies’. In: *Science Education*, **79**(3), 295-312.
- DUIT, R. (1991). ‘On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science’. In: *Science Education*, **79**(6), 649-672.

- GLYNN, S. M.: (1991). 'Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model'. In: S. M. GLYNN, R.H. YEANY and B.K. BRITTON (eds.), *The Psychology of Learning Science*, Hillsdale, NJ/USA: Lawrence Erlbaum, 219-240.
- GOOD, R. G.(ed.) (1993). *The Role of Analogy in Science and Science Teaching*. A special issue of Journal of Research in Science Teaching, volume 30, Issue 10, December. New York/USA: John Wiley.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. (1993). 'Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **30**(10), 1291-1307.
- JUSTI, R. J.; GARCIA, I. G. (2000). 'Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio'. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre/BRA, **2**(5), Instituto de Física, <www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm>.
- LAWSON, A. E. (1993). 'The Importance of Analogy: A prelude to the Special Issue'. In: *Journal of Research In Science Teaching*, **30**(10), 1213-1214.
- MARTINAZZO, I. (1994). *Ciência e imaginário*. Brasília/BRA: Editora da UnB.
- MOL, G. (1999). *O uso de Analogias no Ensino de Química*. Brasília/BRA: Programa de Pós-Graduação, Instituto de Química, Universidade de Brasília. (Tese de Doutorado).
- NOUVEL, P. (2001). *A arte de amar a ciência*. São Leopoldo/BRA:Unisinos.
- PERELMAN, C. (1987). 'Analogia e Metáfora'. In: *Enciclopédia Einaudi*. Lisboa/POR: Imprensa Nacional/Casa da Moeda. **11**, 207-233.
- SUTTON, C. R. (1995). *Words, science and Learning*. Buckingham/UK: Open University Press. (Developing Science and Technology Education Series).
- TERRAZZAN, E. A.; et al. (2000). 'Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas'. In: *Anais do III Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*, Porto Alegre/BRA, Programa de Pós-Graduação da UFRGS. (Cd-rom, arquivo: eixo 2, 2224.rtf)
- TERRAZZAN, E. A. (1996a). 'Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências Naturais'. In: *Atas del Primer Congreso Internacional de Formación Docente*, Santa Fe/ARG, Universidad Nacional del Litoral. (Cd-rom)TERRAZZAN, Eduardo A.: (1996b). 'Breve estudo sobre alguns resultados da utilização de analogias e metáforas no Ensino de Ciências'. In: Marco Antônio Moreira (org), *Atas da III Escola Latino-Americana sobre pesquisa em Ensino de Física*, Porto Alegre (Canela)/BRA, Instituto de Física da UFRGS, 51-60.
- THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. (1995). 'Analogies in Chemistry Textbooks'. In: *International Journal of Science Education*, **17**(6), 783-795.
- TURBAYNE, C. M. (1982). *El mito de la Metáfora*. México/MEX: Fondo de Cultura Económica.

ANEXO I

Subárea	Coleção Didática	Referência Bibliográfica Completa
BIOLOGIA	CD-B1	AMABIS, José M.; MARTHO, Gilberto R.: (1994). <i>Biologia 2º Grau</i> . v1: Biologia das Células – origem da vida, citologia, histologia, embriologia; v2: Biologia dos Organismos – classificação, estrutura e função dos seres vivos; v3: Biologia das Populações – genética, evolução, ecologia. São Paulo/BRA: Moderna.
	CD-B2	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZAJDER, Fernando: (1994). <i>Biologia Hoje</i> . v.1: citologia, histologia, origem da vida; v.2: seres vivos; v.3: genética, evolução, ecologia. São Paulo/BRA: Ática.
	CD-B3	PAULINO, Wilson R.: (1995). <i>Biologia Atual</i> . v.1: citologia, histologia; v.2: seres vivos, fisiologia; v.3: reprodução e desenvolvimento, genética, evolução, ecologia. São Paulo/BRA: Ática.
	CD-B4	SOARES, José L.: (1996). <i>Biologia 2o. Grau</i> . v.1: a célula, os tecidos, embriologia; v.2: os seres vivos, estruturas e funções; v.3: genética, evolução e ecologia. São Paulo/BRA: Scipione.
FÍSICA	CD-F1	BONJORNO, José R.; RAMOS, Clinton M.: (1992). <i>Física</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: FTD.
	CD-F2	ALVARENGA, Beatriz A.; MÁXIMO, Antônio: (1997). <i>Curso de Física</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Scipione.
	CD-F3	GONÇALVES, Aurélio; TOSCANO, Carlos: (1997). <i>Física e Realidade</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Scipione.
	CD-F4	GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1990). <i>Física</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: EDUSP.
	CD-F5	GUIMARÃES, Luiz A.; FONTE BOA, Marcelo: (1997). <i>Física para o 2º Grau</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Harbra.
QUÍMICA	CD-Q1	FONSECA, Martha R. M. da: (1992). <i>Química: química geral, físico-química, química orgânica</i> . São Paulo/BRA: FTD.
	CD-Q2	PERUZZO, Tito M.; CANTO, Eduardo L. do: (1993). <i>Química: na abordagem do cotidiano</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Moderna.
	CD-Q3	USBERCO, João; SALVADOR, Edgard: (1999). <i>Química: química geral</i> . v.1, 2 e 3. São Paulo/BRA: Saraiva.
	CD-Q4	FELTRE, Ricardo: (1994). <i>Química: química geral</i> , v.1; <i>físico-química</i> , v.2; <i>química-orgânica</i> , v.3. São Paulo/BRA: Moderna.

ANEXO II

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR COLEÇÃO DIDÁTICA DE BIOLOGIA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA TÓPICO CONCEITUAL

Coleções Didáticas	Tópico Conceitual													
	Citologia		Zoologia		Histologia Embriologia		Ecologia		Genética/Evolução		Botânica			
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f		
CD-B1	33,3	138	37,4	68	37,6	29	25,9	14	18,7	09	48,6	17	05,6	01
CD-B2	19,8	82	16,5	30	28,6	22	27,8	15	12,5	06	25,7	09	00,0	00
CD-B3	31,4	130	25,8	47	26,0	20	25,9	14	54,2	26	22,9	08	83,3	15
CD-B4	15,5	64	20,3	37	07,8	06	20,4	11	14,6	07	02,8	01	11,1	02
TOTAL	100	414	100	182	100	77	100	54	100	48	100	35	100	18

TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR TÓPICO CONCEITUAL DE BIOLOGIA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA COLEÇÃO DIDÁTICA

Tópico Conceitual	Coleções Didáticas									
	CD-B1		CD-B2		CD-B3		CD-B4			
	%	f	%	f	%	f	%	f		
Citologia	44,0	182	49,3	68	36,6	30	36,2	47	57,8	37
Zoologia	18,6	77	21,1	29	26,8	22	15,4	20	09,4	06
Histologia/Embriologia	13,0	54	10,1	14	18,3	15	10,8	14	17,2	11
Ecologia	11,6	48	06,5	09	07,3	06	20,0	26	10,9	07
Genética/Evolução	08,5	35	12,3	17	11,0	09	06,1	08	01,6	01
Botânica	04,3	18	00,7	01	00,0	00	11,5	15	03,1	02
TOTAL	100	414	100	138	100	82	100	130	100	64

TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR COLEÇÃO DIDÁTICA DE FÍSICA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA TÓPICO CONCEITUAL

Coleções Didáticas	Tópico Conceitual											
	Mecânica		Física Térmica/Estrutura da matéria		Óptica/Ondas		Eletromagnetismo		Física Moderna e Contemporânea			
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f		
CD-F1	9,8	7	00,0	00	06,7	01	00,0	00	16,2	06	00,0	00
CD-F2	8,5	6	00,0	00	06,7	01	16,7	01	10,8	04	00,0	00
CD-F3	9,8	7	18,2	02	00,0	00	33,3	02	05,4	02	50,0	01
CD-F4	22,5	16	36,3	04	26,6	04	16,7	01	18,9	07	00,0	00
CD-F5	49,4	35	46,5	05	60,0	09	33,3	02	48,7	18	50,0	01
TOTAL	100	71	100	11	100	15	100	06	100	37	100	02

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR TÓPICO CONCEITUAL DE FÍSICA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA COLEÇÃO DIDÁTICA

Tópico Conceitual	%	f	Coleções Didáticas									
			CD-F1		CD-F2		CD-F3		CD-F4		CD-F5	
			%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
Mecânica	15,5	11	00,0	00	00,0	00	28,6	02	25,0	04	14,3	05
Física Térmica/ Estrutura da Matéria	21,1	15	14,3	01	16,7	01	00	00	25,0	04	25,7	09
Óptica/Ondas	08,5	06	00,0	00	16,7	01	28,6	02	06,2	01	05,7	02
Eletromagnetismo	52,1	37	85,7	06	66,6	04	28,6	02	43,8	07	51,4	18
Física Moderna e Contemporânea	02,8	02	00,0	00	00,0	00	14,2	01	00,0	00	02,9	01
TOTAL	100	71	100	07	100	06	100	07	100	16	100	35

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR COLEÇÃO DIDÁTICA DE QUÍMICA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA TÓPICO CONCEITUAL

Coleções Didáticas	%	f	Tópico Conceitual					
			Química Geral		Físico-Química		Química Orgânica	
			%	f	%	f	%	f
CD-Q1	15,6	10	19,5	07	07,1	01	14,3	02
CD-Q2	39,1	25	33,3	12	50,0	07	42,9	06
CD-Q3	14,1	09	22,2	08	00,0	00	07,1	01
CD-Q4	31,2	20	25,0	09	42,9	06	35,7	05
TOTAL	100	64	100	36	100	14	100	14

TABELA 6 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS POR TÓPICO CONCEITUAL DE QUÍMICA, TOMANDO COMO REFERÊNCIA CADA COLEÇÃO DIDÁTICA

Tópico Conceitual	%	f	Coleções Didáticas							
			CD-Q1		CD-Q2		CD-Q3		CD-Q4	
			%	f	%	f	%	f	%	f
Química Geral	56,2	36	70,0	07	48,0	12	88,9	08	45,0	09
Físico Química	21,9	14	10,0	01	28,0	07	00,0	00	30,0	06
Química Orgânica	21,9	14	20,0	02	24,0	06	11,1	01	25,0	05
TOTAL	100	64	100	10	100	25	100	09	100	20

TABELA 7 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA COLEÇÃO DIDÁTICA DE BIOLOGIA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
COLEÇÃO	f	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
CD-B1	138	89	09	02	88	12	00	11	02	87	17	28	55	02	00	98	17	08	75
CD-B2	82	88	12	00	61	39	00	06	10	84	15	13	72	00	00	100	07	06	87
CD-B3	130	80	20	00	67	33	00	03	03	94	06	07	87	00	00	100	08	03	89
CD-B4	64	81	19	00	66	34	00	03	00	97	03	14	83	00	00	100	01	05	94

TABELA 8 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA TÓPICO CONCEITUAL DE BIOLOGIA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
TÓPICO CONCEITUAL	f	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
HISTO/EMBRIO	54	68	32	00	59	41	00	04	02	94	04	15	81	00	00	100	06	05	89
ZOOLOGIA	77	88	12	00	73	27	00	05	04	91	07	27	66	01	00	99	07	09	84
GENET/EVOL	35	74	26	00	77	23	00	14	09	77	14	23	63	00	00	100	17	09	74
ECOLOGIA	48	94	06	00	81	19	00	10	10	80	21	04	75	02	00	98	17	06	77
BOTÂNICA	18	94	06	00	67	33	00	17	00	83	11	11	78	00	00	100	00	00	100
CITOLOGIA	182	85	14	01	74	26	00	04	02	94	12	15	73	01	00	99	10	04	86

TABELA 9 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA COLEÇÃO DIDÁTICA DE FÍSICA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
COLEÇÃO	f	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
CD-F1	7	86	14	00	57	43	00	43	00	57	43	14	43	00	00	100	43	00	57
CD-F2	6	100	00	00	83	17	00	50	17	33	33	34	33	00	00	100	50	33	17
CD-F3	7	100	00	00	100	00	00	43	28	29	28	29	43	00	00	100	86	00	14
CD-F4	16	100	00	00	100	00	00	37	06	56	37	31	32	19	00	81	44	12	44
CD-F5	35	80	14	06	94	06	00	48	09	43	20	26	54	03	00	97	51	12	37

TABELA 10 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA TÓPICO CONCEITUAL DE FÍSICA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
TÓPICO CONCEITUAL	Nº	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
MECÂNICA	11	100	00	00	100	00	00	27	18	55	36	00	64	09	00	91	55	00	45
FÍSICA TÉR/ ESTRUMAT	15	100	00	00	93	07	00	27	13	60	07	53	40	00	00	100	40	27	33
ÓPTICA/ONDA	06	100	00	00	100	00	00	67	0	33	00	50	50	00	00	100	50	00	50
ELETROMAG	37	78	16	06	86	14	00	51	8	41	41	19	40	08	00	92	60	08	32
FÍSICA MOD E CONTEMP	02	100	00	00	100	00	00	50	0	50	00	50	50	00	00	100	00	50	50

TABELA 11 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA COLEÇÃO DIDÁTICA DE QUÍMICA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
COLEÇÃO	Nº	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
CD-Q1	10	100	00	00	80	20	00	60	20	20	00	30	70	00	00	100	20	10	70
CD-Q2	25	96	04	00	92	08	00	60	32	08	12	44	44	04	00	96	48	04	48
CD-Q3	09	89	11	00	78	22	00	33	22	44	22	00	78	00	00	100	11	00	89
CD-Q4	20	100	00	00	95	05	00	50	05	45	25	45	35	00	00	100	60	20	20

TABELA 12 - CONCORDÂNCIA DAS APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS IDENTIFICADAS EM CADA TÓPICO CONCEITUAL DE QUÍMICA COM O MODELO TWA (PERCENTAGEM DO GRAU DE CONTEMPLAÇÃO DE CADA PASSO DO MODELO)

		PASSOS DO MODELO TWA																	
		PASSO 1			PASSO 2			PASSO 3			PASSO 4			PASSO 5			PASSO 6		
TÓPICO CONCEITUAL	Nº	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC	C	P	NC
QUÍMICA GERAL	36	100	00	00	83	17	00	56	14	30	22	36	42	03	00	97	25	14	61
FÍSICO-QUÍMICA	14	100	00	00	100	00	00	64	14	22	00	43	57	00	00	100	86	00	14
QUÍMICA ORGÂNICA	14	86	14	00	93	07	00	43	36	21	14	36	50	00	00	100	43	07	50