

**APRESENTAÇÕES ANALÓGICAS EM COLEÇÕES DIDÁTICAS DE BIOLOGIA,  
FÍSICA E QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO:  
UMA ANÁLISE COMPARATIVA\* ▲**

**Eduardo A. Terrazzan**

[eduterra@ce.ufsm.br]<sup>1</sup>

**Naida L. Pimentel**

[naidalp@ce.ufsm.br]<sup>2</sup>

**Carine D. Gazola**

[cdgazola@yahoo.com.br]<sup>3</sup>

**Leandro L. da Silva**

[llondero@bol.com.br]<sup>4</sup>

**Rodrigo Buske**

[robuske@yahoo.com.br]<sup>5</sup>

**Mary Angela L. Amorim**

[maryamo@terra.com.br]<sup>6</sup>

**Deisi S. Freitas**

[deisisf@smail.ufsm.br]<sup>7</sup>

**Jaqueline Metke**

[jmetke@bol.com.br]<sup>8</sup>

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

### **Resumo**

No presente artigo, apresentamos e discutimos os resultados obtidos em nossos estudos acerca do uso de analogias em Coleções Didáticas de Biologia, de Física e de Química, destinadas ao Ensino Médio. Comparamos, sob diversos aspectos, as frequências e as formas de utilização das analogias nessas coleções. Assim, pudemos evidenciar que o uso de analogias é relativamente distinto entre estas três subáreas do Ensino de Ciências e que elas são ainda pouco exploradas como recurso didático na maioria das coleções analisadas.

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

## **1. O CENÁRIO INICIAL**

Vários autores têm pesquisado sobre o papel das analogias, tanto na produção do conhecimento em áreas específicas do saber, quanto na construção do conhecimento no âmbito de uma disciplina escolar.

É comum as analogias serem definidas como sendo uma comparação baseada em

\*Apoios parciais: CAPES, CNPq, UFSM

▲Agradecemos aos colegas Cristiane C. Feltrin, Lilian L. Pozzer, Daliane S. Dias, Lucillana de M. Silveira, Beatrice Londero de Andrade, Sam Felipe G. Folgearini, Patricia M. Giraldi, Daniela F. Ferraz e Rodrigo R. Leal, pela participação em etapas anteriores do projeto “Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações para o Ensino de Ciências Naturais”, no âmbito do qual este trabalho foi realizado.

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Centro de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação/UFSM

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Núcleo de Educação em Ciências/CE/UFSM

<sup>3</sup> Aluna do Curso de Licenciatura em Física/UFSM – Voluntária de Iniciação Científica

<sup>4</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação/CE/UFSM – Bolsista de Mestrado CAPES

<sup>5</sup> Aluno do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UFSM – Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

<sup>6</sup> Professora Assistente do Centro de Educação/UFSM

<sup>7</sup> Professora Adjunta do Centro de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação/UFSM

<sup>8</sup> Aluna do Curso de Licenciatura em Física/UFSM – Bolsista de Iniciação Científica PROLICEN/UFSM

similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes. Um deles, não familiar, desconhecido ou pouco conhecido, chamado “domínio alvo”, e o outro, conhecido ou familiar, chamado “domínio análogo”.

As analogias são atualmente 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, bem como as metáforas, favoreçam os alunos na compreensão de um domínio científico que lhes é desconhecido, com base em um domínio familiar a eles, mediante a exploração de atributos/relações comuns e não comuns entre ambos os domínios (Stavy & Tirosh, 1993; Terrazzan, 1996a; Borges, 1997). Mas, para que uma analogia seja utilizada como recurso didático, um requisito básico é que o “análogo” em pauta seja familiar aos alunos.

Assim, alguns autores são cautelosos quanto à utilização didática de analogias, argumentando que isso nem sempre leva aos resultados esperados (Duit, 1991; Harrison & Treagust, 1993; Venville *et al*, 1994). Em geral, os “perigos” apontados são: deixar a analogia “ser levada longe demais” ou utilizar um análogo desconhecido ou pouco familiar aos estudantes.

No Ensino de Ciências, por vezes é possível encontrar analogias que foram utilizadas por cientistas para auxiliar na formulação de uma idéia, um conceito ou um modelo científico. São *analogias históricas*. Também identificam-se analogias em que o análogo utilizado para compreender um determinado assunto (conceito, lei, fenômeno ou modelo) tem origem no próprio domínio científico específico, porém proveniente de outro tópico conceitual. Normalmente estas analogias são chamadas de *analogias internas* (Queiroz, 2000). Porém, mesmo nestes casos estas analogias poderão ser pouco familiares aos alunos, o que constitui sempre algum risco para sua utilização ser bem sucedida, do ponto de vista didático.

Encontramos, ainda, na literatura trabalhos que investigam como as analogias são apresentadas em textos didáticos, analisando, por exemplo, os tipos de analogias utilizadas, suas posições no texto e a forma de organização das apresentações (Curtis e Reigeluth, 1984; Glynn, 1989; Harrison & Treagust, 1993; Thiele & Treagust, 1995; Dagher, 1995; Terrazzan *et al*, 2000). Como o uso de analogias em textos escritos é completamente diferente de sua utilização em contextos de comunicação oral, ressalta-se que nos livros-didáticos não há nenhum mecanismo/modo para que ser recebida *informação de retro-alimentação* oriunda dos alunos-leitores, com o intuito de se verificar se estes realmente compreenderam a analogia.

A partir da constatação básica de que as analogias têm estado presentes nas aulas da área de Ciências, no contexto escolar brasileiro, vêm sendo desenvolvidas ações investigativas sobre esta situação, por um grupo de pesquisadores do Núcleo de Educação em Ciências do Centro de Educação da UFSM. Estas ações fazem parte de um projeto mais amplo denominado *Linguagem e Formação de Conceitos: Implicações para o Ensino de Ciências Naturais*, que tem como principais objetivos: 1) estabelecer parâmetros para uma utilização efetiva de analogias e metáforas como recursos didáticos em sala de aula, em atividades de Ensino de Ciências Naturais; 2) avaliar criticamente a utilização de analogias e metáforas apresentadas em livros didáticos para a Educação Básica e em Textos de Divulgação Científica; 3) identificar e analisar as formas de utilização destes recursos em aulas de Biologia, de Física e de Química do Ensino Médio; 4) elaborar, implementar em sala de aula e avaliar Atividades Didáticas baseadas em Analogias para o ensino de assuntos específicos relativos às disciplinas escolares de Biologia, Física, Química e Ciências.

Neste trabalho, apresentamos e discutimos os resultados obtidos com nossos estudos acerca do uso de analogias em Coleções Didáticas da área curricular de Ciências Naturais, mais especificamente para as disciplinas de Biologia, de Física e de Química do Ensino Médio. Para isso, utilizamos como “questões norteadoras”:

1. Com que frequência são usadas analogias em Coleções Didáticas de Biologia, de Física e de Química, destinadas ao Ensino Médio?
2. De que formas são utilizadas as analogias nessas Coleções?

No decorrer deste 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 na analogia, como alvo.

## 2. O ESTUDO REALIZADO

Uma de nossas primeiras atividades foi selecionar as Coleções Didáticas a serem analisadas, cuja listagem encontra-se no Anexo I. As quatro Coleções Didáticas de Biologia, as quatro de Química e três das de Física, (CD-F1, CD-F2 e CD-F3), foram escolhidas por serem as mais utilizadas por professores da rede escolar de Ensino Médio de Santa Maria na época da seleção. Além destas, incluímos para análise duas outras de Física, a saber: a CD-F4, por ser uma coleção de referência em cursos de atualização e aperfeiçoamento oferecidos pelo NEC/UFSM a professores em serviço, e a CD-F5, por ter se mostrado rica no uso de analogias.

Em continuidade, realizamos leituras cuidadosas para localizar as apresentações de analogias nas referidas Coleções e elaboramos Quadros-Síntese, por coleção e por volume, onde procuramos caracterizar todas as apresentações encontradas. Para cada uma delas, mapeamos a situação explicitamente utilizada para estudo ou, às vezes, apenas sugerida ou subentendida, envolvendo um conceito, uma lei, um fenômeno ou um modelo a ser ensinado, bem como a correspondente situação análoga ou a analogia utilizada. Buscamos também estabelecer as relações analógicas pretendidas pelo(s) autor(es) ou explicitamente apresentadas. A título de exemplo, um extrato desses Quadros-Síntese encontra-se no Anexo II.

Após a elaboração desses Quadros-Síntese, efetuamos uma revisão deles, que gerou algumas modificações e o registro de comentários sobre as apresentações identificadas, como, por exemplo, equívocos conceituais e a não concordância entre figura e legenda.

Ao final, identificamos um total de 549 apresentações com uso de analogias: 414 nas Coleções Didáticas de Biologia, 71 nas de Física e 64 nas de Química.

Realizado o mapeamento, passamos a analisar as apresentações catalogadas. Para isso, efetuamos um estudo prévio, na literatura da área, acerca de modelos ou propostas para uso de analogias no Ensino de Ciências, que já tivessem sido submetidos a algum tipo de avaliação. Assim, diante das sugestões e dos modelos disponíveis, tais como os propostos por Zeitoun (*apud* Duit, 1991), Dagher (1995a) e Otero (1997), a equipe do projeto resolveu adotar o Modelo TWA (Teaching with Analogies), inicialmente proposto por Glynn (1991) e depois modificado por Harrison e Treagust (1993). Este modelo surgiu de uma análise crítica e comparativa sobre a forma como as analogias são apresentadas em 43 livros didáticos da área de Ciências Naturais. Sua estruturação está baseada no fato de que o essencial para a utilização de analogias como recurso didático é não só a compreensão das relações analógicas possíveis, como também a dos limites de validade da analogia. Além disso, ele é um modelo relativamente simples em relação a outros, pela quantidade de passos previstos.

Ele foi adotado pela equipe do projeto não só para a análise de apresentações em textos escritos, mas também como roteiro-sugestão para a elaboração de “Atividades Didáticas baseadas em Analogias” para o ensino de Biologia, de Física e de Química.

Segundo o modelo TWA, 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”.

Assim, comparando com esse Modelo as apresentações analógicas identificadas, buscamos verificar em que medida o desenvolvimento de cada apresentação contemplava os seus passos. Em suma, procuramos estabelecer um certo “grau de concordância e/ou adequação” de cada uma das apresentações aos referidos passos. Para isso, utilizamos uma escala qualitativa com três valores que foi criada pela equipe do projeto, e é explicitada a seguir.

- C – para indicar a evidência da apresentação ter contemplado o passo considerado;
- P – para indicar os casos em que o passo foi contemplado de forma breve ou restrita, ou seja, parcialmente;
- NC – para indicar que não foi possível identificar a contemplação deste passo na apresentação.

Por fim, tomando por base os comentários realizados no processo de revisão dos Quadros-Síntese e os resultados obtidos com esta verificação sobre a “contemplação” dos passos do modelo TWA, passamos a tecer nossas considerações sobre as comparações realizadas entre as apresentações analógicas catalogadas nas três subáreas citadas.

### 3. RESULTADOS E ANÁLISES

Um aspecto importante a considerar diz respeito ao do número real de analogias identificadas que, em virtude de um certo número delas se repetir uma ou mais vezes, é menor que o das apresentações catalogadas. Esse aspecto é evidenciado na Tabela 1. Por isso, no decorrer deste texto, procuramos utilizar de maneira diferenciada os termos *analogia* e *apresentação analógica*, sempre que necessário, para efeito de precisão e/ou clareza.

Após mapearmos as analogias presentes em todas as Coleções Didáticas das três subáreas, constatamos que as mesmas são utilizadas com maior frequência pelo(s) autor(es) das de Biologia e com menor frequência pelos autores das de Física e de Química. Os valores médios em cada subárea são de 103, 14 e 16 apresentações analógicas, respectivamente, por Coleção Didática de Biologia, de Química e de Física.

Encontramos dificuldades para apontar possíveis razões para essas diferenças, uma vez que o número total de analogias se mostrou bastante variado entre as coleções de uma mesma subárea (vide Tabela I). Entendemos que maiores elucidacões sobre este aspecto necessitariam uma investigação diretamente junto aos autores.

Por outro lado, observamos que em Biologia, apesar do número total de apresentações ser significativamente maior do que nas outras subáreas, na grande maioria dessas apresentações há apenas uma ou duas relações analógicas pretendidas ou explicitadas. O contrário ocorre nas subáreas de Física e de Química, em que o número de apresentações é bem menor (cerca de 6 a 7 vezes) e onde encontramos, na maior parte dos casos, três ou quatro relações analógicas, e até mais, em alguns deles.

### 3.1 Frequências de utilização de Analogias

Há analogias que foram encontradas mais de uma vez, em coleções da mesma ou de diferentes subáreas.

#### 3.1.1 Analogias presentes em duas ou mais apresentações de uma mesma subárea

Entre as 414 apresentações identificadas nas Coleções Didáticas de Biologia, encontramos 352 analogias diferentes, uma vez que 40 destas se repetiam. Nas Coleções de Física repetiam-se 08 analogias e nas de Química, 07. Como podemos observar na Tabela 1, os valores percentuais de analogias repetidas são aproximadamente iguais nas três subáreas.

TABELA 1 FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE UMA *MESMA ANALOGIA* EM UMA *MESMA SUBÁREA*

Subárea	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>		n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>
		f	%		
Biologia	414	40	11,4	102	352
Física	71	08	12,9	17	62
Química	64	07	12,7	16	55

Sendo:

n<sub>1</sub> = número total de apresentações

n<sub>2</sub> = número de analogias que se repetem

n<sub>3</sub> = número de apresentações com analogias repetidas

n<sub>4</sub> = número total de diferentes analogias mapeadas

No entanto, considerando-se as três subáreas, entre as 55 analogias que se repetem há aquelas que aparecem repetidas mais de uma vez, tanto pelos mesmos quanto por diferentes autores das Coleções Didáticas analisadas. Entretanto, comparadas com o modelo TWA, as apresentações que fazem uso dessas analogias às vezes diferem bastante entre si (vide Tabela 2).

TABELA 2 EXEMPLOS DE *ANALOGIAS UTILIZADAS MAIS DE UMA VEZ* NAS DIFERENTES COLEÇÕES DE UMA *MESMA SUBÁREA*

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
					Passos do modelo					
					1	2	3	4	5	6
Estrutura da molécula de DNA	Escada de corda torcida helicoidalmente	CD-B1	B018	T	C	C	NC	NC	NC	NC
		CD-B1	B062	T/F	C	C	NC	C	NC	NC
		CD-B2	B165	T	C	C	NC	C	NC	P
		CD-B4	B356	T/L	P	C	NC	P	NC	NC
Campo elétrico	Campo gravitacional	CD-F1	F002	T/F/L	C	C	C	NC	NC	C
		CD-F3	F019	T	C	C	C	C	NC	C
		CD-F4	F030	T/F	C	C	C	C	P	C
Modelo atômico de Rutherford*	Sistema solar	CD-Q2	Q013	T	C	C	C	C	NC	NC
		CD-Q3	Q037	T	C	P	NC	NC	NC	NC
		CD-Q4	Q047	T	C	C	C	C	NC	NC

\*Os autores da Coleção 2 advertem que, nesse caso, há os que preferem se referir ao modelo de Rutherford-Bohr.

É possível observar que, para uma mesma analogia, é variável a aproximação das respectivas apresentações ao Modelo TWA. Isto mostra que uma mesma analogia pode ou não ser explorada de maneira mais ampla e/ou completa, relativamente ao parâmetro utilizado.

### 3.1.2. Utilização de uma mesma analogia em diferentes subáreas

Consideramos muito interessante encontrar quatro casos desse tipo, evidenciando que um mesmo assunto é tratado em mais de uma subárea. Na Tabela 3, podemos observar a variedade de apresentações gráficas, bem como a do grau de aproximação com os passos do Modelo TWA, nas diferentes apresentações de uma mesma analogia e o alto índice de “NC”.

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

Nas Coleções Didáticas das 03 subáreas encontramos alguns casos em que foram utilizados análogos diferentes para explicar um mesmo alvo (vide Tabela 4).

Nas coleções de Química verificamos um único caso desse tipo, com 03 apresentações. Nas de Física, identificamos 05 casos, correspondendo a 11 analogias e, ao mesmo tempo, 11 apresentações. Nas Coleções de Biologia, verificamos que um certo alvo é vinculado a 04 diferentes análogos e um outro, a 02; resultando, portanto, 6 analogias e igual número de apresentações.

TABELA 3 EXEMPLOS DE MESMA ANALOGIA ENCONTRADA EM APRESENTAÇÕES DE DIFERENTES SUBÁREAS

Subáreas	Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
						Passos do modelo					
						1	2	3	4	5	6
Biologia e Física	Olho humano	Máquina fotográfica	CD-B2	B181	T	C	C	P	NC	NC	NC
			CD-B3	B226	T	C	C	NC	P	NC	NC
			CD-F3	F017	T	C	P	NC	NC	NC	C
Biologia e Química	Especificidade enzima-substrato	Especificidade chave-fechadura	CD-B1	B017	T	C	C	NC	C	NC	C
			CD-B2	B147	T	C	C	C	C	NC	NC
			CD-B3	B224	T	P	P	NC	NC	NC	NC
			CD-Q4	Q056	T	C	C	NC	NC	NC	NC
			CD-Q4	Q063	T	C	C	NC	NC	NC	P
Física e Química	Modelo atômico de Thomson	Pudim de passas	CD-F5	F051	T/F	C	C	NC	P	NC	P
			CD-Q1	Q002	L	C	P	NC	NC	NC	NC
			CD-Q2	Q011	T	C	P	NC	NC	NC	NC
			CD-Q3	Q036	T	C	C	NC	NC	NC	NC

TABELA 4 EXEMPLOS DE ANALOGIAS COM UM *MESMO ALVO* RELACIONADO A *DIFERENTES ANÁLOGOS*, EM DIFERENTES COLEÇÕES DE UMA MESMA SUBÁREA

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
					Passos do modelo					
					1	2	3	4	5	6
RNA mensageiro	Fita magnética	CD-B1	B070	T	C	C	C	C	NC	C
	Messageiro	CD-B3	B230	T	C	C	NC	NC	NC	NC
	Molde	CD-B3	B232	T	C	P	NC	NC	NC	NC
	Fio	CD-B4	B367	T	C	P	NC	P	NC	NC
Polarização da luz	Moedas sendo jogadas através de uma veneziana	CD-F3	F018	T/F/L	C	C	C	NC	NC	P
	Queda de um conjunto de “palitos de fósforos” através de duas “peneiras com fendas”.	CD-F4	F029	T/F/L	C	C	C	P	NC	C
	Ondas transversais numa corda atravessando um par de tábuas paralelas, próximas e verticais.	CD-F5	F071	T/F	C	C	NC	NC	NC	NC
A velocidade de uma reação química é determinada pela etapa mais lenta.	Montanha russa	CD-Q1	Q008	T	C	C	C	NC	NC	C
	Fila num restaurante tipo bandejão	CD-Q2	Q027	T	C	C	C	NC	NC	C
	Viagem de automóvel com congestionamentos, pedágios, etc.	CD-Q4	Q055	T	C	C	C	NC	NC	C

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

Constatamos que os autores das Coleções Didáticas analisadas, por vezes utilizam o *mesmo análogo* para explicar *alvos diferentes*.

Verificamos que isso ocorre com maior frequência nas Coleções de Biologia. Nas 352 analogias identificadas nessa subárea encontramos 19 análogos relacionados a 63 diferentes alvos, em 78 apresentações analógicas. Nas Coleções Didáticas de Física encontramos 04 pares de alvos diferentes, sendo cada par vinculado a um determinado análogo, totalizando 08 apresentações. Entre as 55 analogias encontradas na subárea de Química, duas apresentam um análogo em comum, cada uma com uma apresentação (vide Tabela 5).

O número de analogias nas Coleções Didáticas de Biologia que se enquadram nesse caso é praticamente 08 e 32 vezes maior do que nas de Física e nas de Química, nessa ordem. Essa apreciável diferença pode, talvez, ser atribuída ao fato de que grande parte das analogias encontradas em Biologia é de forma, isto é, são comparadas as formas do alvo e do análogo. Por exemplo, o análogo “bolsa” (ou bolsinha) foi utilizado em treze analogias (correspondentes a 15 apresentações), e o de “molde”, em 06 delas (encontradas em 10 apresentações).

TABELA 5 EXEMPLOS DE ANALOGIAS COM *MESMO ANÁLOGO* RELACIONADO A *DIFERENTES ALVOS*, EM DIFERENTES COLEÇÕES DE UMA MESMA SUBÁREA

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
					Passos do modelo					
					1	2	3	4	5	6
Cartilagem	Molde	CD-B2	B175	T	C	P	NC	NC	NC	NC
RNA <sub>m</sub>		CD-B3	B232	T	C	P	NC	NC	NC	NC
Molécula de enzima		CD-B4	B355	T/F/L	C	C	NC	P	NC	NC
Distribuição de cargas no processo de eletrização por contato	Vasos comunicantes onde a água flui de um vaso para outro enquanto houver diferença de pressão entre eles	CD-F5	F053	T/F/L	C	C	C	NC	NC	NC
Movimento de cargas elétricas de um ponto de menor energia potencial para outro de maior energia potencial		CD-F5	F062	T/F/L	C	C	C	P	NC	P
Elétrons com energia quantizada	Escada	CD-Q2	Q014	T/F	C	C	C	NC	NC	NC
Níveis e sub-níveis energéticos		CD-Q4	Q045	T	C	C	C	C	NC	P

### 3.1.5. Analogias Internas

Nas analogias mapeadas nas Coleções Didáticas de Física, a expressiva maioria dos análogos é do tipo *interno à própria subárea* de conhecimento. Das 62 diferentes analogias mapeadas, 46 (74,2%) utilizam análogos internos à própria Física e considerando-se as 71 apresentações, eles aparecem em 53 delas (74,6%).

Na subárea de Biologia, somente 16 analogias (4,5%) incluem-se neste caso e, se nos referirmos ao número total (414) de apresentações, teremos 24 delas (5,8%) com este tipo de análogo.

Nas Coleções Didáticas de Química não constatamos nenhuma ocorrência de analogia interna.

### 3.1.6. Analogias de Fórmula

Nas Coleções Didáticas de Física, encontramos 10 *analogias de fórmula*, ou seja, que comparam expressões matemáticas entre si (Diemente, 1998). Das 62 analogias catalogadas, 10 (16,1%) são desse tipo. Nas Coleções de Química e de Biologia não identificamos qualquer analogia deste tipo.

### 3.1.7. Analogias de uma subárea em que o análogo utilizado é oriundo de outra subárea

Há duas analogias na subárea de Biologia cujos análogos pertencem ao domínio da Física. Uma, com duas apresentações, relaciona o Princípio de Hardy-Weinberg com a 1ª Lei de Newton e a outra, com uma única apresentação, compara um ímã com uma molécula de água.

Constatamos três casos deste tipo na subárea de Química. Dois deles em uma mesma Coleção Didática e utilizando análogos com origem na subárea de Biologia. Na apresentação

Q060, para explicar o conceito “híbrido de ressonância”, o autor se vale do análogo “híbrido em biologia”, exemplificando com uma flor cor-de-rosa resultante do cruzamento de uma flor branca com uma vermelha. No segundo caso, ele compara, na apresentação Q064, a estrutura de “compósitos” à do “corpo humano”. O terceiro caso foi verificado na apresentação Q039, em que o comportamento de um elétron é comparado ao de um ímã.

TABELA 6 EXEMPLOS DE ANALOGIAS INTERNAS À PRÓPRIA ESTRUTURA CONCEITUAL DA SUBÁREA

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
					Passos do modelo					
					1	2	3	4	5	6
Núcleo da célula	Sementes	CD-B1	B041	T	C	C	NC	NC	NC	NC
Clorofila A formada por um anel e uma cadeia	Um animal formado por cabeça e cauda	CD-B1	B057	T	C	P	NC	NC	NC	P
		CD-B2	B160	T	C	P	NC	NC	NC	NC
Leis de Newton para a rotação	Leis de Newton para a translação	CD-F3	F016	T	C	C	P	C	NC	C
		CD-F4	F022	T	C	C	C	C	NC	C
Forças elétricas entre objetos carregados	Forças gravitacionais entre objetos massivos	CD-F3	F020	T	C	C	P	NC	NC	C
		CD-F5	F052	T/F	C	C	NC	P	NC	C

TABELA 7 EXEMPLOS DE ANALOGIAS DE FÓRMULA NAS COLEÇÕES DE FÍSICA

Alvo	Análogo	Código da Coleção	Código da Apresentação	Apresentação gráfica	Concordância com o modelo TWA					
					Passos do modelo					
					1	2	3	4	5	6
Forças elétricas entre objetos carregados $\vec{F}_{elétr} = K \frac{ Q  q }{r^2}$	Forças gravitacionais entre objetos massivos $\vec{F}_{gravit} = G \frac{Mm}{r^2}$	CD-F3	F020	T	C	C	P	NC	NC	C
Expressão matemática da dilatação linear $\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$	Expressão matemática da dilatação superficial $\Delta S = \beta L_0 \Delta t$	CD-F4	F027	T	C	C	NC	P	NC	NC

### 3.2. Formas de Apresentação Gráfica

Nos livros-texto uma analogia pode ser apresentada em formato verbal ou pictórico-verbal (Curtis & Reigeluth 1994). No primeiro caso, a apresentação é feita mediante palavras (escritas, obviamente) e, no segundo, além de palavras o análogo inclui algum tipo de figura, como desenho ou fotografia. No presente trabalho, adotamos esse critério de classificação chamando-o de apresentação gráfica. Porém, subdividimos a categoria pictórico-verbal em *figura*, (F), e *legenda*, (L), porque constatamos que nas apresentações catalogadas não era raro

o análogo ser veiculado apenas por uma figura sem legenda ou somente na legenda de uma figura correspondente ao alvo ou, ainda, em outras combinações desses formatos. A Tabela 8, abaixo apresentada, refere-se exclusivamente aos análogos, isto é, não inclui os casos em que texto e/ou figura e/ou legenda representam o alvo.

TABELA 8 FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE CADA TIPO DE APRESENTAÇÃO GRÁFICA EM RELAÇÃO AO NÚMERO TOTAL DE APRESENTAÇÕES CATALOGADAS (N), POR SUBÁREA

Subárea	N	Texto		Figura		Legenda		Texto e Figura		Texto e Legenda		Texto, Figura e Legenda		Figura e Legenda	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Biologia</b>	414	352	85,0	03	0,7	08	1,9	19	4,6	06	1,5	10	2,4	16	3,9
<b>Física</b>	71	32	45,0	01	1,4	01	1,4	13	18,3	01	1,4	23	32,4	01	1,4
<b>Química</b>	64	35	54,0	00	0,0	01	1,6	09	14,1	00	0,0	11	17,2	08	12,5

Com base nas informações contidas na tabela acima, verificamos que nas Coleções Didáticas de Biologia a grande maioria dos análogos é apresentada apenas sob forma de texto, sendo bastante pequeno o número de análogos representados por figuras e respectivas legendas.

Nas três subáreas, na maioria dos casos em que os análogos aparecem em forma de texto, freqüentemente eles restringem-se a uma mera citação, ficando a cargo do aluno-leitor e/ou do professor o estabelecimento das devidas correspondências entre as características relevantes do análogo e do alvo.

Um fato interessante é que às vezes, o análogo é apresentado somente na legenda de uma figura que diz respeito ao alvo. Há casos em que o(s) autor(es) estabelecem relações entre o análogo que está na legenda e o alvo que está na figura. Mas, nem sempre isso é feito e, então, apesar do(s) autor(es) provavelmente estar(em) utilizando uma figura com o intuito de ajudar o entendimento da analogia, isso pode não ocorrer, pois o aluno-leitor por si só deverá imaginar o análogo e estabelecer correspondências. Chamou-nos a atenção o caso de uma apresentação desse tipo em uma das coleções da subárea de Química, em que o análogo “pudim de passas” é apenas mencionado na legenda de uma figura que representa o modelo atômico de Thomson.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de analogias para ensinar conceitos científicos parte do pressuposto de que o análogo é familiar aos alunos. Por isso, o fato de que a maioria dos análogos identificados nas Coleções Didáticas de Física serem internos à própria área do conhecimento, pode trazer dificuldades na medida em que esses análogos não são necessariamente familiares aos alunos.

Destacamos também o caso de analogias que consideramos difíceis de serem estruturadas como recurso didático adotando-se como referência o Modelo TWA. Estas são, entre outras as analogias de forma, que encontramos em número significativo nas Coleções Didáticas de Biologia. e que simplesmente comparam de forma breve, a forma do alvo com a do análogo, permitindo, no máximo, o estabelecimento de apenas uma correspondência entre alvo e análogo.

As constatações sobre o grau de concordância das analogias mapeadas com os passos do modelo TWA sugerem a necessidade de um aprofundamento da análise, procurando levar em conta a "natureza" do tópico conceitual e o “estilo” do(s) autor(es) das Coleções Didáticas.

Essa análise mais aprofundada encontra-se em outro trabalho desenvolvido pela nossa equipe.

Do nosso ponto de vista, as apresentações analógicas encontradas nas Coleções Didáticas analisadas não se mostraram, em grande maioria, boas estratégias de ensino, pois contemplam apenas os dois primeiros passos do modelo que adotamos como referência. Estes casos, poderiam ter sido melhor explorados pelos autores, para facilitar a compreensão dos assuntos por parte dos estudantes e também para evitar contribuir para a formação e/ou consolidação de concepções alternativas por parte deles.

Por isso, entendemos que para algumas destas analogias serem utilizadas como boas estratégias de ensino, devem ser reestruturadas, o que pode ser feito com base no modelo TWA, que adotamos para elaborar nossas “Atividades Didáticas baseadas em Analogias”. Uma análise mais aprofundada, tanto das estruturas delas quanto de suas implementações já realizadas em sala de aula, encontra-se também detalhada em outro trabalho de nossa equipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. T.: (1997). ‘Um estudo de modelos mentais’. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v.2, n.3. <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>>. (Acesso em 13/02/2001).

CURTIS, Ruth V.; REIGELUTH, Charles M.: (1984). ‘The Use of Analogies in Written Text’. In: *Instructional Science*, v.13, p.99-117.

DAGHER, Zoubeida R.: (1995a). ‘Analysis of analogues used by science teachers’. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v.32, n.3, p.259-270.

DAGHER, Zoubeida R.: (1995b). ‘Review of studies on the effectiveness of instructional analogies’. In: *Science Education*, v.79, n.3, p.295-312.

DIEMENTE, D. (1998). ‘A closer look at the addition of equations and reactions’. In: *Journal of Chemical Education*, v.75, n.3, p.319-321.

DUIT, Reinders.: (1991). ‘On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science’. In: *Science Education*, v.79, n.6, p.649-672.

GLYNN, Shawn 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*, p.219-240. Hillsdale/NJ/USA: Lawrence Erlbaum.

HARRISON, Alan G.; TREAGUST, David 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.

JUSTI, Rosária J.; GARCIA, Ivone G.: (2000). ‘Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio’. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v.2, n.5. Porto Alegre/BRA: Instituto de Física da UFRGS. <[www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5\\_n2\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm)>. (Acesso em 13/02/2002).

LAWSON, Anton E.: (1993). ‘The Importance of Analogy: A prelude to the Special Issue’. In: *Journal of Research In Science Teaching*, v.30, n.10, p.1213-1214.

OTERO, Maria. R.: (1997). ‘Cómo usar analogías em classes de física?’. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14, n.2, p.179-187. Florianópolis/BRA: UFSC.

- QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello: (2000). *Professores artistas-reflexivos de física no ensino médio*. Rio de Janeiro/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. (Tese de Doutorado).
- STAVY, R. e TIROSH, D.: (1993) 'When analogy is perceived as such'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, n.10, p.1229-1240.
- SUTTON, Clive Remer: (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 em Educação da UFRGS. (CD-Rom, arquivo: eixo 2, 2224.rtf).
- TERRAZZAN, Eduardo 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*, p.51-60. Porto Alegre (Canela)/BRA: Instituto de Física da UFRGS.
- THIELE, Rodney B., TREAGUST, David F.: (1995). 'Analogies in Chemistry Textbooks'. In: *International Journal of Science Education*, v.17, n.6, p.783-795.
- VENVILLE, G. J., BRYER, L. E TREAGUST, D. F.: (1994). 'Training students in the use of analogies to enhance understanding is science'. In: *Australian Science Teacher Journal*, v.40, n.2, p. 60-66.

## ANEXO I

## COLEÇÕES DIDÁTICAS ANALISADAS

Subárea	Código da 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: Mecânica; v.2: Termologia, Óptica Geométrica, Ondulatória; v.3: Eletricidade. São Paulo/BRA: FTD.
	CD-F2	ALVARENGA, Beatriz A.; MÁXIMO, Antônio: (1997). <i>Curso de Física</i> . v.1; v. 2; v.3. São Paulo/BRA: Scipione.
	CD-F3	GONÇALVES, Aurélio; TOSCANO, Carlos: (1997). <i>Física e Realidade</i> . v.1: Mecânica; v.2: Física Térmica, Óptica; v.3: Eletricidade, Magnetismo. São Paulo/BRA: Scipione.
	CD-F4	GRF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1990). <i>Física</i> . v.1: Mecânica; v.2: Física Térmica, Óptica; v.3: Eletromagnetismo. São Paulo/BRA: EDUSP.
	CD-F5	GUIMARÃES, Luiz A.; FONTE BOA, Marcelo: (1997). <i>Física para o 2º Grau</i> . v.1: Mecânica; v.2: Termologia, Óptica; v.3: Eletricidade, Ondas. São Paulo/BRA: Harbra.
QUÍMICA	CD-Q1	FONSECA, Martha Reis Marques da: (1992). <i>Química</i> . v.1: Química Geral; v.2: Físico-Química; v.3: Química Orgânica. São Paulo/BRA: FTD.
	CD-Q2	PERUZZO, Tito M.; CANTO, Eduardo L. do: (1993). <i>Química: na abordagem do cotidiano</i> . v.1: Química Geral; v.2: Físico-Química; v.3: Química Orgânica. São Paulo/BRA: Moderna.
	CD-Q3	USBERCO, João; SALVADOR, Edgard: (1999).. <i>Química</i> . v.1: Química Geral; v.2: Físico-Química; v.3: Química Orgânica. São Paulo/BRA: Saraiva.
	CD-Q4	FELTRE, Ricardo: (1994). <i>Química</i> . v.1: Química Geral; v.2: Físico-Química; v.3: Química Orgânica. São Paulo/BRA: Moderna.

**ANEXO II – EXTRATO DOS QUADROS-SÍNTESE.**

**QUADRO-SÍNTESE GERAL  
DO LEVANTAMENTO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS EM COLEÇÕES DIDÁTICAS PARA O ENSINO MÉDIO.**

**COLEÇÃO DIDÁTICA ..... – VOLUME.....  
(Total de .... analogias)**

<b>Tópico conceitual</b>	<b>Código da Analogia</b>	<b>Autor (es) Volume Capítulo Página (s) Txt/Fig/Leg</b>	<b>Seção</b>	<b>Conceito/ Temática/ Assunto</b>	<b>Situação apresentada, sugerida ou subentendida</b>	<b>Situação análoga ou analogia utilizada</b>	<b>Relações analógicas pretendidas</b>
Eletricidade	F002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonjorno e Clinton</li> <li>• v. 3</li> <li>• Campo elétrico</li> <li>• p. 30</li> <li>• T/F</li> </ul>	Introdução	Campo elétrico	Campo elétrico como uma região do espaço afetada pela presença de uma carga elétrica.	Campo gravitacional criado pela Terra em torno de si.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedade da matéria-massa/Propriedade da matéria-carga.</li> <li>• Campo gravitacional/Campo elétrico.</li> <li>• Força de atração gravitacional (peso) sobre uma massa/Força elétrica exercida sobre uma carga.</li> </ul>
Citologia	B062	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amabis e Martho</li> <li>• v. 1</li> <li>• Os genes e o controle do metabolismo</li> <li>• p. 311-312</li> <li>• T/F</li> </ul>	A estrutura do gene/ O modelo da dupla-hélice do DNA	A estrutura da molécula de DNA	O DNA é uma molécula torcida helicoidalmente formada por cadeias de moléculas de desoxirribose e de ácido fosfórico, ligadas intercaladamente, e por pares de bases nitrogenadas, unidas por pontes de hidrogênio.	Uma escada de corda torcida helicoidalmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA/Escada de corda.</li> <li>• Pares de bases nitrogenadas/Degraus.</li> <li>• Cadeias de desoxirribose e ácido fosfórico/Corrimões.</li> </ul>
Físico-química	Q027	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tito e Canto</li> <li>• v. 2</li> <li>• Cinética química</li> <li>• p. 264-265</li> <li>• T</li> </ul>	O efeito da concentração sobre a velocidade	Lei da velocidade para reações não-elementares	Numa reação composta de várias etapas (isto é, não-elementar), a etapa mais lenta controla a velocidade do processo todo, não adiantando que as demais etapas sejam potencialmente rápidas.	Num restaurante tipo “bandejão”, um dos colocadores de alimento tem habilidade para servir vinte pessoas por minuto e outro apenas cinco. Não adianta os outros colocadores serem potencialmente rápidos se um deles “segura” toda a fila.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reação não elementar/Fila de um restaurante tipo bandejão.</li> <li>• Etapas da reação/Colocadores de alimento.</li> <li>• Velocidade da reação: mols por minuto/ Velocidade da fila: pessoas por minuto.</li> <li>• Etapa lenta da reação/Colocador de alimento que serve somente 5 pessoas por minuto.</li> <li>• A reação se desenvolve com velocidade determinada pela velocidade da etapa mais lenta/A fila do bandejão caminha com velocidade determinada pela velocidade do colocador mais lento.</li> </ul>