

USO ESPONTÂNEO DE ANALOGIAS POR PROFESSORES DE BIOLOGIA E O USO SISTEMATIZADO DE ANALOGIAS: QUE RELAÇÃO?¹

The spontaneous use of analogies by biology teachers and the use of systemic analogies: which works?

Daniela Frigo Ferraz²

Eduardo Adolfo Terrazzan³

Resumo: Vários autores têm refletido sobre o papel das metáforas e das analogias tanto na produção do conhecimento em áreas específicas do saber, quanto na construção do conhecimento no âmbito do desenvolvimento de uma disciplina escolar. Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado em que foram realizadas observações de professores de biologia no Ensino Médio com o objetivo de investigar o uso espontâneo de analogias em sala de aula e apresenta os resultados obtidos em uma comparação estabelecida entre o uso espontâneo de analogias e o modelo TWA – Teaching With Analogies modificado (Harrison & Treagust, 1994), que é um modelo aceito em vários contextos para o ensino com analogias. Tendo em vista as considerações que vêm sendo levantadas por alguns autores que tratam desse tema, como, por exemplo, o trabalho de Wilbers & Duit (2001) e a partir das observações sobre uso espontâneo de analogias em sala de aula foi possível evidenciar algumas limitações desse modelo.

Unitermos: ensino de ciências; ensino de biologia; analogias

Abstract: Many writers have reflected upon the subject of metaphors and analogies, to bring understanding to areas of specific knowledge, and to facilitate knowledge in the development of a scholastic discipline. This paper is part of a Masters dissertation in which high school biology teachers were observed, with the objective of assessing the spontaneous use of analogies in the classroom. It presents the results obtained from a comparison made between the spontaneous use of analogies and the TWA model – Teaching With Analogies (Harrison & Treagust, 1994), which is a model approved in several contexts for teaching with analogies. Observing issues that have been raised by some writers, as for example, Wilbers & Duit (2001) and from observations of spontaneous use of analogies in the classroom it was possible to highlight some limitations of this model.

Keywords: analogies; biology teaching; science teaching.

As analogias como ferramentas didáticas para o ensino de ciências

Vários autores têm refletido sobre o papel das metáforas e das analogias tanto na produção do conhecimento em áreas específicas do saber, quanto na construção do conhecimento no âmbito do desenvolvimento de uma disciplina escolar. Tomando por base que metáforas e analogias são amplamente empregadas no ensino, de maneira geral e, mais especificamente, no ensino de ciências há vários estudos que procuram compreender melhor como ocorre este processo e seguir formas mais adequadas para este uso (Glynn *et al.*, 1998; Harrison & Treagust, 1994; Ogborn & Martins, 1996; Venville & Treagust, 1996; Wilbers & Duit, 2001).

¹ Com apoio parcial da CAPES

² Mestre em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação/Centro de Educação, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. – e-mail: danielaferraz@terra.com.br

³ Professor Doutor, Departamento de Metodologia do Ensino e do Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. – e-mail: eduterra@ce.ufsm.br

Este trabalho insere-se na perspectiva dos estudos sobre o uso da linguagem metafórica e análogica no ensino de ciências. Estes estudos partem do pressuposto de que o recurso ao raciocínio análogo auxilia na compreensão do conhecimento científico, na medida em que aproxima dois assuntos heterogêneos. Ou seja, um domínio menos familiar (assunto científico a ser esclarecido), chamado de “alvo”, é tornado compreensível por semelhança com um domínio mais familiar, chamado de “análogo” (Glynn *et al.*, 1998).

Analogias e metáforas implicam uma comparação entre X e Y e o reconhecimento de semelhanças relevantes. Frequentemente, ambas as palavras são consideradas sinônimos (Utges, 1999), portanto não insistiremos em separá-las. Embora a metáfora se imponha mais pelo que sugere do que pelo que expressa, é mais sintética enquanto que a analogia é mais sistemática, ou seja, na analogia a estrutura de dois domínios é comparada de maneira explícita, as relações entre os dois domínios são evidenciadas.

Analogias e metáforas não são as únicas formas de linguagem metafórica vulgarmente existentes, mas são provavelmente os formatos mais frequentemente usados. É difícil diferenciar o significado de cada termo. Sob diferentes perspectivas (filosófica, lingüística) estes termos são usados com diferentes sentidos. Na perspectiva educacional, mais especificamente na perspectiva da educação em ciências (portanto a perspectiva que estamos adotando), são ferramentas de uso frequente no processo de construção das noções científicas, estabelecendo relações entre sistemas distintos. Ou seja, um sistema conceitual científico e um sistema conceitual mais familiar. Os conceitos científicos considerados pelos alunos um tanto “indigestos” são mais facilmente compreendidos com o uso destes recursos que tornam os conceitos mais “palatáveis”. Sendo sistemas conceituais diferenciados é evidente que “alvo” e “análogo” são de diferente natureza e portanto é preciso ter cuidado na hora de avaliar os tipos de semelhanças e diferenças entre “alvo” e “análogo”. Segundo Ogborn & Martins (1996), para que uma metáfora seja efetiva, é necessário existir um contraste, como em “ignorância é uma doença”, já que, se “alvo” e “análogo” forem muito diferentes, não há qualquer modo de se fazer uma relação entre “alvo” e “análogo”, por exemplo “uma fotografia é uma doença”. Já se “alvo” e “análogo” forem idênticos em natureza também não existirá uma metáfora mas relações do tipo X é um tipo de Y, como por exemplo, “malária é uma doença”.

Cachapuz (1989) acrescenta a idéia de que as analogias são geralmente mais exploradas do que as metáforas nos manuais escolares de ciências talvez por seu caráter mais estruturante. Nas analogias, a transferência de significados de um domínio para outro diz sobretudo respeito a relações enquanto que, nas metáforas, incide sobre atributos. O autor acrescenta, ainda, a idéia de que metáforas e analogias são permeáveis a uma dada cultura, embora provavelmente as primeiras mais do que as segundas.

Mediante um levantamento bibliográfico na literatura sobre analogias, percebemos que era possível classificar em três grupos as investigações que tratam sobre o uso de analogias como ferramentas no processo de ensino. Desse levantamento percebemos que existem trabalhos que se referem à avaliação de estratégias didáticas para um uso efetivo de analogias como recurso para a construção de conceitos científicos. Em alguns casos, os autores utilizam análises de textos didáticos como base para construção de estratégias didáticas com uso de analogias em sala de aula. Por exemplo, Glynn *et al.* (1998) desenvolvem o modelo TWA (Teaching with Analogies) com base em uma análise de livros-texto de Ciências e de aulas de professores de ciências tidos como exemplares. Um segundo grupo de trabalhos trata das formas como as analogias são apresentadas em textos didáticos e por fim, um terceiro grupo de trabalhos dedica-se ao estudo do modo como as analogias são utilizadas por professores em sala de aula.

Aprofundaremos, a seguir, algumas das referências sobre estratégias didáticas com uso de analogias na medida em que elas serão necessárias para a análise que faremos ao final. Entre elas, algumas pesquisas, como as de Glynn *et al.* 1998 e Glynn & Takahashi (1998), apontam que a maioria dos professores e autores de textos didáticos usam analogias de modo inconsciente ou automático. O uso não planejado destes recursos didáticos pode causar confusões e favorecer o surgimento ou manutenção de concepções alternativas nos alunos. A distinção entre o assunto-alvo e o assunto análogo, bem como exemplos do conceito e as características do conceito se tornam obscuros na cabeça dos estudantes. Uma solução para este problema segundo Glynn & Takahashi (1998) seria não usar analogias, o que se mostra irreal já que professores e autores de livros didáticos, assim como todos os seres humanos, são predispostos a pensar analogicamente. Assim, consciente ou inconscientemente, professores e autores de livros didáticos usam analogias durante suas explicações. Glynn & Takahashi (1998), colocam que a melhor solução seria introduzir, aos professores e autores de livros didáticos, uma estratégia para o uso de analogias, sistematicamente, para explicar conceitos fundamentais de maneira que se tornem significativos para os estudantes. Uma das possibilidades para evitar o uso inadequado de analogias no ensino de ciências é a adoção do modelo TWA (Teaching With Analogies).

O modelo TWA foi proposto por Glynn *et al.* (1998), inicialmente baseado em análises de livros didáticos de vários níveis escolares. Esses autores também realizaram observações de aulas de professores de ciências tidos como exemplares. A partir das análises das aulas destes professores exemplares e das análises dos livros didáticos, estabeleceram seis passos que, idealmente, poderiam ser levados em consideração quando se ensina com analogias:

- Introduzir o assunto-alvo
- Sugerir o análogo
- Identificar as características relevantes do alvo e análogo
- Mapear similaridades
- Indicar onde a analogia falha
- Esboçar conclusões

A idéia era que os professores pudessem usar este modelo para modificar as analogias apresentadas em textos didáticos, a fim de ensinar a alunos conhecimentos específicos. Os autores colocam que a ordem em que estes seis passos são desenvolvidos pode variar, o importante é levar em consideração a realização efetiva de todos eles. Se o professor ou o autor do livro didático desenvolver somente algum desses passos, deixando outros a cargo dos estudantes, é possível que estes venham a desenvolvê-los pobremente. O resultado pode ser a formação ou a manutenção de concepções alternativas sobre o assunto que está sendo ensinado.

Harrison & Treagust (1994) fizeram uma modificação do modelo Teaching with Analogies (TWA), originalmente proposto por Glynn em 1991, com o intuito de produzir um modelo sistematizado para o ensino com analogias que reduzisse a formação de concepções alternativas e intensificasse a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes. Os autores reafirmam que enquanto a observância de cada passo é importante, a ordem em que são usados depende do estilo de cada professor, das particularidades de cada conceito/assunto científico e das características do análogo que está sendo usado. O modelo TWA modificado é apresentado pelos autores da seguinte forma:

Passo 1- Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido. Fazer uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada.

Passo 2 - Sugerir aos estudantes a situação análoga. Mediante discussões estimar a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 3 - Identificar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo.

Passo 4 - Mapear as similaridades entre alvo e análogo. Os alunos auxiliados pelo professor identificam as características relevantes do conceito-alvo e estabelecem as correspondências com as características relevantes do análogo.

Passo 5 - Identificar onde a analogia falha. Buscar concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido. Indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência, apontando aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo.

Passo 6 - Esboçar conclusões sobre o alvo. Organizar um relato resumido sobre os aspectos importantes do assunto-alvo.

Pelas proposições destes autores, um ensino efetivo com uso de analogias deve contemplar três momentos ativos a saber: 1) assegurar que o professor e o aluno “visualizem” o análogo de forma coerente; 2) caracterizar os atributos compartilhados entre alvo e análogo para elucidar o assunto-alvo de forma plausível 3) propiciar a identificação dos atributos não compartilhados entre alvo e análogo. Esses três momentos abarcam os seis passos citados anteriormente e devem ser respeitados durante o desenvolvimento da estratégia.

Reconhecemos a importância do uso didático de analogias de uma forma mais organizada, ou seja, através de estratégias didáticas elaboradas especificamente para o trabalho com analogias em sala de aula. Porém, pesquisas mais recentes apontam certos cuidados a serem tomados por aqueles que desejam utilizar analogias no ensino. Um destes estudos é o de Wilbers & Duit (2001), que propõem uma compreensão mais elaborada do raciocínio analógico. Esse estudo ainda é preliminar e os autores recomendam que outros trabalhos são necessários para investigar o quanto o modelo por eles proposto é “viável em geral”. (p. 210)

As analogias são vistas comumente da seguinte forma: existe um análogo que compartilha certos aspectos com o alvo da analogia utilizada, ou seja, existem similaridades entre análogo e alvo que podem se referir tanto a aspectos superficiais, quanto a aspectos estruturais mais profundos, ou mesmo a ambos. As relações analógicas indicam estas similaridades. Os autores citam Gentner (1989) e Holyoak (1985) já que ambos compartilham a visão de que as representações mentais do análogo e do alvo são os pontos iniciais no processo de raciocínio analógico. Além disso, o mapeamento feito é tido exclusivamente como uma transferência de similaridades entre as proposições do análogo para o alvo.

Por isso, para Wilbers & Duit (1991), o contexto em que se estabelece a relação analógica entre o domínio-alvo e o domínio análogo é essencial. Para a aprendizagem com analogias, dois aspectos devem ser considerados: o lugar de onde a analogia provém (professor ou livro didático) e o estudante. Seja através de falas dos professores ou através de textos didáticos, as relações analógicas entre alvo e análogo se definem dentro do contexto particular estabelecido pelo apresentador. Porém, na grande maioria das vezes, os estudantes não compartilham o contexto de onde se originou a analogia. Nestes casos, costumam sentir-se meramente confrontados com objetos.

As relações entre alvo e análogo deveriam estar postas dentro do contexto dos alunos, permitindo a construção do conhecimento através da construção de uma analogia. Em outras palavras, os estudantes estariam usando analogias de uma maneira heurística.

O modelo de raciocínio analógico proposto por Wilbers & Duit (2001) sustenta que os **esquemas intuitivos** e os **modelos mentais** gerados espontaneamente pelos estudantes

quando são **confrontados pela primeira vez** com o fenômeno **alvo**, são essenciais no processo de ensino com uso de analogias. Eles favorecem uma associação preliminar entre alvo e análogo; assim o processo subsequente da “construção analógica” é guiado por estas associações espontaneamente geradas. Na visão destes autores pode-se dizer que a analogia é um mecanismo de construção de hipóteses baseado nos modelos mentais e esquemas intuitivos “disparados” pelo fenômeno-alvo. Este processo de construção analógica, que serve para uma exploração heurística do alvo, está baseado num análogo melhor conhecido (mais familiar), que por sua vez, fornece uma “prototeoria” do alvo ainda não explorado (Figura 1). Nesse sentido, as analogias são entendidas mais como ferramentas para permitir o levantamento de hipóteses do que prová-las. A prova de uma hipótese deve ser feita através de teste empírico; por isso o uso da analogia é insuficiente para tanto.

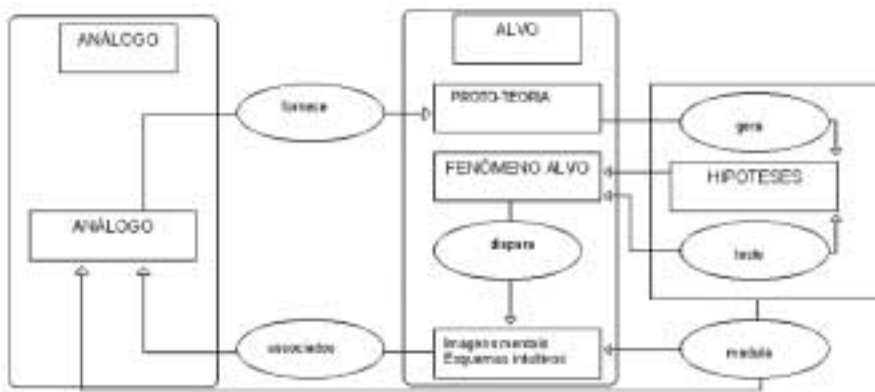


FIGURA 1- Modelo de raciocínio analógico (adaptado de Wilbers & Duit, 2001)

O foco do trabalho e seu desenvolvimento

Nesse trabalho, objetivamos tematizar o modelo TWA - Teaching With Analogies modificado (Harrison & Treagust, 1994), a partir do que percebemos pelo uso espontâneo de analogias pelas professoras, sujeitos de nossa pesquisa. Com isso, pretendemos contribuir para aperfeiçoar este modelo ou para apontar modificações que se mostrem necessárias, já que havíamos percebido algumas limitações no mesmo. O recorte aqui desenvolvido tratará sobre as comparações realizadas entre os resultados obtidos do estudo sobre o uso espontâneo de analogias por professores de biologia e as proposições do modelo TWA, tendo em vista as considerações que vêm sendo levantadas por alguns autores que tratam desse tema, como, por exemplo, o trabalho de Wilbers & Duit (2001), citado anteriormente.

A abordagem empregada mescla dados quantitativos e qualitativos. Ressalta-se que “é incorreto assumir que a pesquisa qualitativa possui o monopólio da interpretação, com o pressuposto paralelo de que a pesquisa quantitativa chega a suas conclusões quase que automaticamente” (Bauer & Gaskell, 2002). Assim, a função dos dados qualitativos e quantitativos é complementar na presente pesquisa, onde o pluralismo metodológico é importante e necessário, superando-se a dicotomia estéril entre duas tradições de pesquisa social aparentemente competitiva. Bogdan & Biklen (1994) dizem ser possível utilizar-se conjuntamente componentes qualitativos e quantitativos, ainda que apontem que as duas abordagens baseiam-se em pressupostos diferentes.

Investigamos as formas de utilização de analogias e metáforas por professores do Ensino Médio na disciplina de Biologia de forma a perceber como se dava o uso espontâneo destes recursos didáticos em sua prática pedagógica.

Para realizar as observações das aulas das professoras escolhidas utilizamos como instrumento principal à observação das aulas dessas professoras. O registro das observações foi feito através da combinação de anotações escritas e da gravação das aulas observadas. Com a observação, detectamos o uso de analogias e metáforas pelas professoras bem como identificamos o nível de enriquecimento da analogia e/ou metáfora.

Os sujeitos do presente estudo foram professoras de Biologia das escolas públicas estaduais de Ensino Médio da cidade de Santa Maria-RS. Primeiramente observamos quatro professoras (Professoras JU, RO, CA e ME) de 1ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Ribas. A escolha dessas professoras se deu pela nossa facilidade de contato com as mesmas, bem como o seu consentimento para a observação de suas aulas. A escolha de professoras de 1ª série se deu, a princípio, pelo assunto tratado, que é citologia, pois a maior parte das analogias encontradas nos livros didáticos de 1ª série refere-se a este tema, e também porque a maioria dos professores prepara as suas aulas baseados em livros didáticos. Quando iniciamos as observações, em setembro de 2000, as professoras já não estavam trabalhando o assunto de citologia. Assim, os tópicos observados neste período foram componentes inorgânicos e orgânicos da matéria viva, sistemas do corpo humano e sangue.

Em março de 2001 continuamos com as observações ampliadas agora para outras escolas (Maria Rocha e Coronel Pillar), outras professoras (Professoras DI e ES) e outras séries (2ª série do Ensino Médio). O critério para a escolha das outras escolas e outras séries decorreu da escolha das professoras. Ou seja, quando era escolhida determinada professora, então observávamos esta na sua escola de origem e na série em que estava ministrando suas aulas.

No Colégio Estadual Manoel Ribas foram observadas 65 aulas no período de setembro a dezembro de 2000, nesse período obtivemos um total de 56 analogias utilizadas. Já no período de março a junho de 2001, obtivemos um total de 52 analogias em 87 aulas observadas nos colégios Manoel Ribas, Maria Rocha e Escola Estadual Coronel Pilar (Quadros 1 e 2).

Período observado: de 25/9/2000 a 6/12/2000				
Escola	Série	Prof ^a .	Nº de aulas observadas	Nº de analogias utilizadas
Colégio Estadual Manoel Ribas	1ª	JU	15	24
	1ª	RO	21	16
	1ª	ME	19	0
	1ª	CA	10	16
Totais			65	56

QUADRO 1- Número de aulas observadas e número de analogias utilizadas pelas professoras no período de setembro a dezembro de 2000.

Período observado: de 19/3/2001 a 1/6/2001				
Escola	Série	Prof ^a .	Nº de aulas observadas	Nº de analogias utilizadas
Colégio Estadual Manoel Ribas	2 ^a	JU	27	13
	1 ^a	RO	14	6
Escola Estadual Coronel Pilar	2 ^a	ES	17	16
Colégio Estadual Prof. Maria Rocha	1 ^a	DI	29	17
Totais			87	52

QUADRO 2 - Número de aulas observadas e número de analogias utilizadas pelas professoras no período de março a junho de 2001.

No total, a partir das observações sobre o uso espontâneo de analogias pelas professoras escolhidas, pudemos identificar 108 ocorrências. Pela quantidade de analogias em relação ao número de aulas observadas, podemos afirmar que foi relativamente freqüente o seu uso em sala de aula. São recursos didáticos dos quais as professoras lançaram mão para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem.

Nem todas as analogias utilizadas eram totalmente pertinentes, do ponto de vista de seu uso, para o ensino dos conteúdos desenvolvidos. Identificamos algumas formas mais ou menos estruturadas de utilização destes recursos didáticos em sala de aula pelas professoras. Assim, foi possível categorizar estas analogias em alguns tipos principais. Alguns tipos, como as analogias enriquecidas e estendidas⁴, se mostraram mais pertinentes. Para facilitar nas análises posteriores seguem-se exemplos de analogias desses dois tipos.

EXEMPLO DE UMA ANALOGIA ENRIQUECIDA

Assunto tratado: Sistema digestivo

Alvo: Bile

Análogo: Detergente

Prof^a: “No intestino delgado desemboca a bile, produzida pelo fígado. A bile é como se fosse um detergente. Sabem quando a gente lava a louça de cozinha?”

Alunos: “Sim”.

Prof^a: “Então, a gente usa o detergente. O detergente quebra as gotas de gordura da louça em partículas menores. A bile também transforma grandes gotas de gordura em pequenas gotas de gordura.”

⁴ Nas analogias enriquecidas são especificadas correspondências para as relações analógicas entre o alvo e o análogo. Podem ainda conter os limites de validade do análogo. As analogias estendidas são mais sistematizadas. Vários atributos do alvo são explicitados e são feitas suas correspondências com o análogo. Também uma analogia estendida inclui os limites de validade do análogo.

EXEMPLO DE UMA ANALOGIA ESTENDIDA

Assunto tratado: Componentes orgânicos da matéria viva

Alvo: Estrutura das proteínas

Análogo: Estrutura de um colar de contas ou de um fio de telefone

Prof^a DI: *Cada bolinha deste colar (a professora tem um colar de contas na mão) seria um aminoácido. Este colar esticado mostra a estrutura primária da proteína. Só que, esticada, a proteína não é funcional. Então elas têm que formar outras estruturas; como um espiral, esta é a estrutura secundária (enrola o colar em espiral). Imaginem um fio de telefone, é todo em espiral. Aqui no meu colar, o meu arame está segurando as bolinhas. Lá nas proteínas o que segura esta estrutura são as ligações entre elas. As ligações por pontes de hidrogênio mantém esta estrutura. Lembrem que eu disse que entre alguns aminoácidos existe o enxofre. O enxofre forma as pontes dissulfeto, que também mantém esta estrutura em espiral. Mas a estrutura secundária não é suficiente. Existe uma estrutura terciária. Imaginem um fio de telefone bem comprido. Ele se dobra sobre ele mesmo. Na estrutura terciária a proteína adquire uma forma definida. A estrutura terciária é a mais importante de todas. Além de ter tudo que tem as outras ela é funcional, tem uma função.*

Nos quadros abaixo pode-se perceber claramente as correspondências estabelecidas entre alvo e análogo (quadro 3) e também os limites de validade da analogia utilizada (quadro 4).

Proteínas	Colar/fio telefone
Cada bolinha do colar	1 aminoácido
Estrutura primária	Colar esticado
Estrutura secundária	Colar em espiral/fio de telefone
Estrutura terciária	Fio de telefone dobrado sobre ele mesmo

QUADRO 3- Correspondências entre alvo e análogo

Proteínas	Colar/fio telefone
Cada bolinha do colar	1 aminoácido

QUADRO 4 - Identificação dos limites da validade da analogia utilizada

No entanto, nesse trabalho não objetivamos analisar a forma de organização das analogias utilizadas⁵ e nem as decorrências desse uso, mas podemos adiantar que, quando as analogias eram usadas de uma forma mais estruturada, havia maior participação dos alunos nas atividades de ensino.

⁵ Para esse propósito ver o artigo de Ferraz & Terrazzan. "O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no Ensino Médio", na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ABRAPEC, 1 (3), 2001. Disponível em: <www.fc.unesp.br/abrapec/revista.htm>

A participação dos alunos para a compreensão do assunto alvo é imprescindível no desenvolvimento desse tipo de trabalho. Em trabalhos anteriores (Terrazzan *et al.*, 2000) quando da implementação de estratégias didáticas baseadas no modelo TWA, pedíamos a colaboração dos alunos no desenvolvimento dos passos 4, 5 e 6. Para isso, eram fornecidas fichas para que os mesmos estabelecessem as correspondências entre alvo e análogo, fichas para que os alunos identificassem os limites de validade da analogia utilizada e ainda fichas para o esboço de uma síntese conclusiva sobre a situação alvo.

Resultados e discussão

Para que seja um recurso didático efetivo, o uso de analogias em sala de aula deve seguir uma apresentação organizada para, entre outras conseqüências, evitar o reforço das concepções alternativas dos alunos em relação aos conceitos científicos aceitos. Por isso, os professores, quando do uso dessas estratégias didáticas, devem ter a capacidade de gerenciá-las de modo a levar em consideração as colocações surgidas espontaneamente em aula e as possíveis proposições de análogos feitas pelos alunos.

Os passos 1 e 2 do modelo TWA sugerem, respectivamente, que seja introduzido o conceito-alvo e que seja sugerida a situação análoga. As formas de empregar as analogias usadas pelas professoras, sujeitos dessa pesquisa, mostraram uma certa indiferenciação entre os momentos de apresentação do alvo e do análogo. Na maioria das vezes (90%), o assunto-alvo era apresentado juntamente com o análogo. Como no exemplo que segue:

O Glomérulo de malpighi é como se fosse uma bola com uma camada externa como uma esponja que suga a sujeira, é a cápsula de Bowman. Os vasos eferentes vão se enrolando como serpentes nos túbulos, dando oxigênio e recebendo gás carbônico. (Desenha o Néfron)

Percebe-se nesse exemplo que são usados três assuntos-alvo (Glomérulo de malpighi; Cápsula de Bowman; Vasos eferentes) diferentes e complementares que são expostos juntamente com três análogos (bola; esponja; serpentes) cada um correspondente a um domínio-alvo. Assim, percebe-se que mesmo que sejam usados análogos que são supostamente familiares, não se pode perceber quais são as imagens mentais e esquemas intuitivos que são disparados pelo primeiro contato com o alvo e sendo assim, não se pode afirmar até que ponto o aluno construiu corretamente ou não o conceito-alvo a partir do análogo fornecido pelo professor.

Se os argumentos de Wilbers & Duit (2001) tiverem sustentação do ponto de vista didático, o intervalo de tempo dado entre a apresentação do alvo e do análogo deve ser mais e melhor explorado. Portanto, seria desejável que o alvo fosse apresentado primeiramente e com o tempo necessário para sua exploração. Dessa forma, vamos tentar perceber o que houve nas apresentações com analogias usadas espontaneamente nos casos em que alvo era introduzido claramente em um momento distinto e anterior a apresentação do análogo. Por exemplo, na “analogia enriquecida” que segue, onde o tópico tratado foi Sistema Respiratório, o assunto-alvo era a pressão intrapulmonar. A referência analgica foi a comparação entre as pressões internas do ar em balões de borracha de diferentes tamanhos.

Profª DI: *Numa inspiração, pra acontecer uma inspiração, primeira coisa que acontece é que esse músculo aqui (apontando externamente para o seu próprio diafragma) ele se contrai, ele vai baixar. Então, ele baixa, e as costelas se expandem, se abrem, se dilatam. Então, esse é o primeiro fenômeno que acontece. Essa contração do diafragma vocês mesmos disseram que aumenta o espaço, né (sic), aumenta a caixa torácica. Bom, tinha uma quantidade de ar dentro dos alvéolos, agora*

aumentou, baixou o diafragma, abriu as costelas, aumentou esse espaço aqui, oh, o ar que tava aqui ficou com maior pressão ou menor pressão?

Aluno: *Maior pressão*

Prof^a DI: *Então, o fato de aumentar a cavidade, aumentou o espaço aqui...apertou esse ar, pressionou esse ar ou não?*

Alunos: *Silêncio.*

Prof^a DI: *Vamos imaginar pessoal, colocar...colocar a mesma quantidade de ar em dois balões, um grande e um pequeno. No pequeno, ele vai ficar bem distendido. No grande, ele vai ficar vazio, né, porque ,não chegou a encher o balão. Em qual dos balões o ar está com maior pressão?*

Alunos: *Pequeno.*

Prof^a DI: *Tá, então agora eu volto a pergunta: Se dilatou, se aumentou o espaço, como é que ficou o ar dentro do pulmão, com mais pressão ou com menos pressão?*

Alunos: *Menos*

Prof^a DI: *Menos, né. Diminui a pressão. Então, a medida que aumenta o espaço, diminui a pressão. Pressão dentro do pulmão, pressão intrapulmonar. Então, se diminui a pressão vai entrar mais ar porque tá sobrando espaço dentro dos alvéolos, tem pouco ar praquele espaço todo, aí vai entrar mais ar.*

Nesse exemplo específico, pode-se dizer que há uma preocupação didática da Prof^a. DI em estimular os alunos a “pensarem sobre a situação apresentada”, participando mais ativamente do processo de construção de um “modelo explicativo” para a “respiração mecânica”. Para isso, após perceber um momento/periodo de silêncio dos alunos ela “resolve” utilizar uma analogia para retomar a explicação, solicitando a participação dos alunos.

No entanto, da mesma forma que o exemplo anterior, se o tempo dado pela professora antes da apresentação do análogo fosse maior e melhor explorado, os alunos poderiam ter a chance de desenvolver e também de manifestar, suas imagens mentais e esquemas intuitivos sobre o funcionamento da respiração mecânica. Portanto, percebe-se que, não basta que alvo e análogo sejam apresentados em momentos distintos com explicações do alvo e discussões para perceber a familiaridade dos alunos em relação ao análogo, como sugerido no modelo TWA, mas sim se deve promover discussões com o intuito de que os alunos manifestem suas imagens e esquemas do assunto-alvo, os quais guiarão o processo subsequente de construção analógica.

O passo 3 do modelo TWA sugere que sejam identificadas as características relevantes do análogo. Porém, a maior parte das nossas observações evidenciou que não houve muita atenção das professoras a este aspecto. Em estudos anteriores sobre implementação em sala de aula de estratégias didáticas, estruturadas segundo este modelo, Terrazzan *et al.* (2000) fazem algumas observações neste sentido; como, por exemplo, a de que a “caracterização do análogo é necessária, porém não suficiente”, para a compreensão do alvo. Mais importante do que a caracterização exaustiva do análogo feita pelo professor é o “grau de compreensão geral” que os alunos possuem do análogo fornecido por este; ou ainda a capacidade dos alunos em trazerem análogos que lhes sejam familiares ao contexto específico de sala de aula, por isso, como alguns alunos são capazes de gerar suas próprias analogias e estabelecerem relações entre análogo e alvo além daquelas previstas (Terrazzan *et al.* 2000), é importante que estas ocorrências sejam consideradas e valorizadas pelos professores. Durante as observações realizadas percebemos que os professores não promoviam um “espaço” de diálogo para detectar as sugestões dos seus estudantes.

No passo 4 do modelo TWA a previsão é de que seja feito o “mapeamento das similaridades entre alvo e análogo”. Ou seja, professor e alunos identificam as características

relevantes da situação-alvo e ligam estas com as características correspondentes do análogo. Já no passo 5, deve-se identificar as limitações do uso do análogo escolhido, ou seja, deve-se “identificar onde a analogia falha”, ou indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondências. Esses dois passos são de grande importância quando do desenvolvimento de uma estratégia didática para uso de analogias em sala de aula, já que pela observância desses passos facilita-se a compreensão do assunto-alvo e evita-se que os alunos venham a compreendê-lo de forma errônea. Durante nossas observações sobre uso espontâneo de analogias em sala de aula, percebemos que esses passos são mais bem observados quando as professoras usam as analogias do tipo “enriquecidas” e/ou “estendidas”. Notamos um “uso significativo” de analogias desses dois tipos, por parte de duas professoras, conforme dados a seguir. (Tabelas 1 e 2)

Forma de organização das analogias	Número de analogias por professora observada						
	JU		RO		CA	ES	DI
	1ºQ	2ºI	1ºE	1ºI	1ºA	211	1ºA
⇒ Analogia simples	01	01	03	00	02	00	00
⇒ Analogias do tipo simples referindo-se à função	09	02	00	01	04	04	05
⇒ Analogias do tipo simples referindo-se à forma	08	07	08	01	04	03	01
⇒ Analogias do tipo simples referindo-se à função e à forma	00	01	02	01	01	00	02
⇒ Analogias do tipo simples referindo-se aos limites do análogo	01	00	00	00	01	00	00
⇒ Analogias enriquecidas	01	01	02	01	00	02	06
⇒ Analogias duplas ou triplas	04	01	00	01	01	00	00
⇒ Analogias múltiplas	00	00	01	00	03	01	02
⇒ Analogias estendidas	00	00	00	01	00	06	01
Total analogias empregadas por professora	24	13	16	06	16	16	17

TABELA 1- Forma de organização das analogias utilizadas por professora observada.

Forma de organização das analogias	Número de analogias por professora observada						
	JU		RO		CA	ES	DI
	1ºQ	2ºI	1ºE	1ºI	1ºA	211	1ºA
⇒ Analogias enriquecidas	2,7%	2,7%	9%	4,5%	0%	13%	35%
⇒ Analogias estendidas	0%	0%	0%	4,5%	0%	37%	6%
Total analogias empregadas por professora	5,4%		18%		0%	50%	41%

TABELA 2- Porcentagem de analogias enriquecidas e estendidas empregadas por professora observada.

Pelas tabelas, nota-se que as professoras ES e DI, se caracterizaram por usarem mais analogias dos tipos enriquecidas e estendidas do que as outras professoras. Das 16 analogias utilizadas pela professora ES, 2 foram do tipo enriquecidas e 06 do tipo estendidas (Tabela 1). Isso corresponde a 50% do total de analogias empregadas por essa professora (Tabela 2). A professora DI utilizou 6 analogias enriquecidas e 1 estendida de um total de 17 analogias empregadas (Tabela 1), perfazendo a 41% de analogias enriquecidas e estendidas (Tabela 2).

Assim, quando são utilizadas analogias desses tipos pelas professoras, percebe-se que há uma aproximação maior das previsões propostas nos passos 4 e 5 do modelo TWA; ou seja, percebe-se o apontamento claro de correspondências e limitações entre alvo e análogo.

No entanto, algumas vezes, apresentações deste tipo não são suficientes. Em alguns casos, mesmo fazendo apontamentos claros de correspondências e limitações entre alvo e análogo, não houve o estabelecimento de um “diálogo maior” com os alunos e estes pareciam estar sendo meramente confrontados com objetos, já que os mesmos não estavam compartilhando do contexto de onde a analogia foi gerada, conforme é feita a crítica no artigo de Wilbers & Duit (2001). Por exemplo na analogia enriquecida que segue. O tópico tratado foi genética. O assunto-alvo foi síntese de proteínas e o análogo empregado foi a fabricação de um bolo:

Profª. ES: *Para se fabricar o RNA, tem que ter o DNA. Esse DNA, fita dupla, tá, se abre, rompe. Aqui (mostra o desenho no retroprojektor) da pra ver bem direitinho, oh, se afasta, né (sic), rompe-se as pontes de hidrogênio e daí o que que acontece? Eu tenho lá dentro da célula- que nem a Michele perguntou- livre, solto, disperso os ingredientes. Só que não tá ainda montada essa proteína, que no caso eu vou montar, que eu preciso. Que nem, eu também disse pra vocês, né, no caso, de um acidente, que você fratura um osso, você vai ter que repor a osseína, então há a necessidade de fabricar essa proteína do osso. Quem é que tem que entrar em ação? O RNA, tá. Então é ele que vai fabricar isso aí. Então eu tenho muitas vezes os **ingredientes** lá dentro e as vezes eu tenho que introduzir artificialmente, através da alimentação através de algum medicamento, que promova essa síntese, tá. Então esses **nucleotídeos**, que eu vou ter, ou naturalmente ou artificialmente, introduzidos dentro do nosso organismo, através de medicamentos, através de algum alimento, tá, eu vou conseguir produzir a proteína que está sendo necessária, tá.*

Prof^a. ES: *Esse RNA mensageiro entra no ribossomo e traz as informações que eu preciso de tal, tal, tal aminoácido. Daí o que que acontece? Se vocês observarem essas letrinhas, é a representação das bases nitrogenadas. Se vocês observarem o que que acontece, vai chegar determinadas coisas ali, né. Então, quem é que vai chegar ali? O mensageiro carrega uma informação, vai chegar ali o RNA transportador. O RNA transportador faz o quê? Lembram? Transporta o quê?*

Aluno: *Proteínas*

Prof^a. ES: *Não é proteínas(sic) ainda. Transporta o material que precisa, os ingredientes, então, para fazer esse bolo, né, pra fazer a nossa **proteína**, no caso aqui o **bolo**. Então ele vai trazer lá os ovos, vai trazer a farinha, vai trazer o açúcar, tá. Então ele traz os ingredientes. Só que, às vezes, numa determinada seqüência de uma receita, o que que (sic) acontece? Primeiro tem que bater lá as claras em neve, depois você vai botar o açúcar. Não é chegar e botar primeiro o açúcar e depois botar a clara. Aí você vai bater e não vai dar certo, né. Mesma coisa aqui acontece, você tem a **receita**, que aqui no caso foi o RNA mensageiro que veio com a receita dizendo: “Oh, preciso tal, tal, tal coisa”. O RNA transportador vai determinar aonde que eu tenho que botar isso aí. Se eu bato primeiro as claras em neve, se eu bato primeiro o açúcar, tá. Vai chegar determinados... às vezes, pode tá os dois lá, o açúcar antes de eu bater as claras em neve, não adianta, daí não é a hora dele, não vai parear, não vai encaixar, tá. Então, ele vem lá com as **bases nitrogenadas que estão sendo necessárias**. Só que, às vezes, a hora que ele vai chega ali, já passou a fita, né, a hora dele. Ou ainda não chegou. Então ele tem que párea, se não párea (sic), não tá (sic) certo, não vai produzir aquela proteína que é necessária, tá.*

Prof^a. ES: *Então quando eu tiver pareado todas as trincas que são necessárias pareia, eu tenho o quê? Quando pareia todas essas trincas, todos esses parzinhos, os aminoácidos vão se unindo, se unindo, se unindo. Ligações peptídicas, lembram o cimento que eu falei. Eu tenho um aminoácido aqui, outro aqui, quem é que faz com que se unam esses aminoácidos que são feitos? O **cimento**, a **ligação peptídica**, lembram da química? Então a ligação peptídica é aqueles componentes necessários pra que haja a união entre os aminoácidos, tá. Então quando pareia, quando formar esses parzinhos, essas trincas todas, eu tenho no final uma proteína, tá.*

Percebe-se claramente, no exemplo citado, que a professora questiona seus alunos buscando perceber se os mesmos estavam compreendendo a relação que “tentava estabelecer” através do uso de uma analogia. Mesmo não fazendo a distinção clara entre o “alvo” e o “análogo” que estava se utilizando no início do diálogo, quando a professora estabelece a primeira correspondência entre nucleotídeos e ingredientes, a mesma prossegue em um monólogo que só é interrompido por uma resposta incorreta de um aluno. A professora retoma imediatamente o análogo, tentando esclarecê-lo. No entanto, seguem-se as perguntas que acabam sempre sendo respondidas pela própria professora. Portanto, confirma-se que não basta estabelecer correspondências claras e objetivas entre alvo e análogo e limites de validade do análogo em relação ao alvo se os alunos não compartilham do contexto de onde o análogo foi gerado, já que, para eles não existe significado.

O passo 6 do modelo TWA sugere que, ao final, sejam elaborados relatos conclusivos ou sínteses a respeito do alvo. Na maior parte dos casos as professoras não realizaram estas sínteses finais, ou seja, não houve preocupação explícita em fazer uma retomada para caracterização final do assunto-alvo. Entendemos que esta retomada é particularmente importante pois, na medida em que os alunos sistematizam suas idéias sobre o processo, o professor pode obter elementos para avaliar o grau de compreensão por parte destes sobre o assunto-alvo.

Considerações finais

Retomando a necessidade de avançar no modelo TWA, foi assumida a crítica contida no artigo de Wilbers & Duit (2001) e a partir do que percebemos sobre o uso espontâneo de analogias por professores de biologia, procuramos aperfeiçoar esta estratégia didática, que sem dúvida, é um recurso didático que contribui para nortear o trabalho do professor quando do uso de analogias em sala de aula.

Pelas comparações estabelecidas sugerimos que deve haver uma “etapa” de reflexão entre a proposição do alvo e do análogo, tanto em relação ao análogo apresentado pelo professor e os possíveis análogos sugeridos pelos alunos. Esta etapa deve ocorrer durante a explicação da analogia. De que forma? O professor deve explorar as colocações dos alunos, esperar o que eles têm para falar sobre o assunto-alvo que está sendo proposto, e ainda levar em conta os possíveis análogos sugeridos pelos alunos. Neste período abre-se a possibilidade para que estes gerem suas imagens mentais e esquemas intuitivos sobre o assunto apresentado. Desta forma, tenta-se evitar que os alunos sejam simplesmente “confrontados” com os assuntos-alvo, objetos de ensino, e tenham uma atitude mais participativa, já que sem a participação e envolvimento dos estudantes, a efetividade do uso deste tipo de recurso em aula fica limitada. O que se busca, portanto, é uma atitude de cooperação entre professor e aluno em que é fundamental o levantamento das concepções e imagens que os alunos possuem a respeito do conceito científico a ser ensinado, ou seja, o conceito-alvo e conseqüentemente as concepções que possuem do análogo que está sendo utilizado pelo professor. Convém ainda lembrar que se o objetivo da educação em ciências é a ativa produção do conhecimento sabe-se que este não provém diretamente dos objetos nem tampouco de uma organização inata do sujeito, mas se constitui progressivamente ao longo das interações do sujeito-objeto. Assim, cabe desenvolver ainda uma forma de conhecimento escolar que mantenha uma postura de diálogo professor-aluno em especial ao trabalhar com analogias, onde é fundamental considerar o que o aluno já traz sobre os assuntos-alvo para se respaldar nessas concepções e a partir dessas desenvolver os conceitos científicos a serem trabalhados.

Referências

- BAUER, M. W.; GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994. (Coleção ciências da educação)
- CACHAPUZ, António. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, Braga, v.2, n.3, p. 117-129, 1989.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. *Revista da ABRAPEC*, v.1, n.3, p. 124-135, 2001. Disponível em: <www.fc.unesp.br/abrapec/revista.htm>
- GLYNN, Shawn M. et al. *Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors*. 1998. Disponível em: <http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html>

- GLYNN, S. M.; TAKAHASHI, T. Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v.35, n.10, p. 1129-1149, 1998.
- HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. Science analogies: avoid misconceptions with this systematic approach. *The Science Teacher*, Normal, n.61, p. 40-43, 1994.
- OGBORN, Jon; MARTINS, Isabel. Metaphorical understandings and scientific ideas. *International Journal of Science Education*, London, v.18, n.6, p. 631-652, 1996.
- TERRAZZAN, E. A. et al. *Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas*. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 3., 2000, Porto Alegre. *Anais..* Porto Alegre, 2000. 1 CD-ROM.
- UTGES, G. Rita. *Modelos e analogias na compreensão do conceito de onda*. 1999. 292f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- VENVILLE, G. J.; TREAGUST, D. F. The role of analogies in promoting conceptual change in biology. *Instructional Science*, Amsterdam, v.24, n.4, p. 295-320, 1996.
- WILBERS, J.; DUIT, R. On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems. In: BEHRENDT, H. et al. *Research in Science Education – Past, Present and Future*. Dordrecht: Kluwer, 2001. p. 205-210.

**Artigo recebido em janeiro de 2003 e
selecionado para publicação em agosto de 2003.**