

Análise do modelo “Teaching With Analogies” no contexto do Ensino de Química

Analysis of the model "Teaching With Analogies" in the context of chemistry teaching

Tatiana Costa Ramos

Universidade Federal de Ouro Preto
tatianaquimica@outlook.com

Nilmara Braga Mozzer

Universidade Federal de Ouro Preto
nilmarab@iceb.ufop.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos do modelo “Teaching With Analogies” (TWA) no contexto do ensino de Química no nível médio. O modelo foi proposto por Glynn (1991) com o intuito de fornecer diretrizes para utilização de analogias no ensino. Com base no TWA, elaboramos uma intervenção envolvendo a analogia do “pudim de passas” e a aplicamos em turma do primeiro ano do ensino médio. Os dados foram coletados a partir de questionários inicial e final. Os resultados apontaram para uma melhora na compreensão dos estudantes das relações entre o análogo e o alvo. Em contrapartida, uma quantidade significativa deles não respondeu questões centrais do questionário final. Com base nesses resultados, sugerimos que a utilização do TWA em situações nas quais os estudantes possam ser engajados no processo de criação de suas próprias analogias pode ser mais efetiva do que em cenários de discussão de analogias prontas.

Palavras chave: Analogias, ensino de Química, modelo Teaching With Analogies.

Abstract

The aim of the present study is to analyze the impact of the model "Teaching With Analogies" (TWA) in the context of teaching chemistry at the high school level. The model was proposed by Glynn (1991) with the intention of establishing guidelines for using analogies in teaching. Based on TWA, we drew up an intervention using the analogy "plum pudding" and used it with a freshman high school class. The data was collected from the first and last questionnaires. The results showed an improvement in student understanding of the relations between the analogue and the target. On the other hand, a significant number of them did not answer key questions in the final questionnaire. Based on these results, we suggest that the use of TWA in situations in which the students can be engaged in the process of creating their own analogies may be more effective than discussing ready-made analogies supplied by the teacher.

Key words: Analogies, chemistry teaching, model Teaching With Analogies.

Analogias e o modelo “Teaching With Analogies” no ensino de Química

Uma vez que a maioria dos conceitos da Química são de natureza abstrata e de difícil compreensão pelos estudantes, as analogias mostram-se importantes no contexto de ensino desta área, pois, como destacou Duit (1991), aprender é um processo de construção ativa que ocorre a partir do conhecimento prévio adquirido. Nesse contexto, as analogias podem ser ferramentas importantes no sentido de ajudar os estudantes a construírem representações coerentes dos conceitos científicos. Esse potencial está no fato de que as analogias possibilitam o estabelecimento de *relações* entre uma situação ou conceito conhecido pelos estudantes (*domínio análogo*) e um conceito desconhecido ou pouco familiar a eles (*domínio alvo*) (GLYNN, 1995). Dessa forma, as analogias podem servir como pontes conceituais para os estudantes, uma vez que podem levar o estudante a rever suas ideias e, em certos casos, construir um novo conceito ou acrescentar novas ideias às aquelas já elaboradas (DUIT; TREAGUST, 2003).

Apesar da relevância das analogias no ensino de Ciências, elas têm sido utilizadas de maneira inadequada, como evidenciam alguns trabalhos da área de Educação. Por exemplo, autores como Souza, Justi e Ferreira (2006) ressaltaram os fracassos no uso de analogias que possam estar fora do contexto sociocultural dos estudantes.

Glynn (1991) destacou que uma das possíveis razões para que não seja dada a devida importância às analogias no ensino, pode ser o fato de não se saber utilizá-las. Nesse trabalho, o autor também afirma que papel importante que as analogias podem desempenhar no processo de aprendizagem muitas vezes é ignorado pelo fato de não se conseguir mapear¹ *explicitamente* as relações entre o alvo e o análogo. Na mesma direção, Aubusson, Harrison e Ritchie (2006) ressaltam ainda que a forma como alguns materiais didáticos apresentam as analogias pode não contribuir para a compreensão das relações analógicas.

Por motivos como esses apontados na literatura, a utilização de analogias no ensino de Ciências não pode ocorrer de forma espontânea e indiscriminada. Surge daí, a necessidade de orientação para o professor e a importância de abordagens para guiar esse uso no contexto de ensino.

Neste sentido, Glynn (1991) propõe diretrizes para se trabalhar com analogias, baseando-se em uma pesquisa em que analisou as analogias apresentadas em quarenta e três livros, bem como na observação de alguns professores ao fazerem uso de analogias em suas salas de aula de Ciências. O modelo proposto foi denominado “Ensinando com Analogias” (*Teaching with Analogies – TWA*).

O modelo TWA é constituído por seis operações para guiar o uso de uma analogia pelo professor no ensino. São elas: 1. introduzir o conceito alvo; 2. rever o conceito análogo; 3. identificar as características relevantes do alvo e do análogo; 4. mapear as semelhanças; 5. identificar as limitações da analogia (aspectos que não podem ser comparados); 6. tirar conclusões. De acordo com Glynn (1995), a ordem pode ser alterada, porém, se alguma

¹ *Mapeamento* é o processo de estabelecimento de correspondência das relações entre os domínios análogo e alvo (GLYNN, 2007). No caso de comparações com menor grau de abstração que as analogias esse mapeamento também envolve a correspondência de características superficiais comuns aos domínios (como cor, tamanho, forma etc.).

dessas etapas for ignorada, o estudante poderá não compreender o conceito a ser ensinado.

O modelo TWA foi proposto para dar suporte ao professor, a fim de superar os possíveis problemas do uso espontâneo de uma analogia, como os apontados anteriormente. Esse instrumento foi avaliado por Harrison e Treagust (1993) a partir da implementação de atividades no domínio da Física (Óptica) e a principal crítica desses autores foi ao excesso de etapas do modelo TWA. Esses autores alertam que, em um processo tão dinâmico como o de ensino-aprendizagem, os professores podem não se lembrar de todas as diretrizes propostas.

No âmbito da Biologia observamos que alguns autores (por exemplo, FERRAZ; TERRAZAN, 2003) fizeram uso do modelo TWA, buscando analisar como esta ferramenta auxilia no uso de analogias em salas de aula e na apresentação das mesmas em livros didáticos daquele domínio. No presente trabalho, nos propomos a *analisar o impacto da utilização do TWA em um contexto de ensino de Química no nível médio*, acreditando que para fundamentar uma análise da eficiência de um instrumento destinado ao ensino de Ciências, pesquisas em diferentes domínios necessitam ser realizadas com base no mesmo.

Metodologia

Coleta dos dados

A coleta de dados ocorreu em uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública da cidade de Mariana, Minas Gerais. A turma era composta por trinta e oito estudantes e a faixa etária desses estudantes variava entre quinze e dezoito anos. Segundo a professora regente, a turma era constituída de estudantes que repetiram alguma série em anos anteriores.

Em observação aos princípios da ética na pesquisa, antes da realização desta, foi enviado aos estudantes e seus pais um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que eles leram e assinaram.

Nesse contexto, as pesquisadoras atuaram realizando atividades com base no modelo TWA para o desenvolvimento da analogia entre o “pudim de passas” (domínio análogo) e o modelo atômico de Thomson (domínio alvo). O tema modelos atômicos é considerado de difícil compreensão pelos estudantes, como evidenciam trabalhos como o de MELO e NETO (2013). Considerando a complexidade do domínio alvo, algo que justifica a utilização de analogias no seu ensino, optamos pelo análogo “pudim de passas” pela frequência com que este tem sido apresentado nos livros didáticos e utilizado pelos professores de química.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram um questionário inicial, o registro em áudio e vídeo da aula ministrada por uma das pesquisadoras (primeira autora deste trabalho) e um questionário final.

Os questionários foram elaborados com base nos trabalhos de Souza, Justi e Ferreira (2006) e as questões adaptadas para os nossos objetivos de pesquisa. O questionário inicial foi constituído de quatro questões, elaboradas com o intuito de sondar as ideias iniciais dos estudantes sobre o modelo atômico de Thomson e o seu entendimento da analogia entre o modelo de Thomson e o “pudim de passas”. Como os estudantes já haviam estudado o modelo atômico de Thomson, na primeira questão foi solicitado que os estudantes descrevessem esse modelo e apresentassem suas ideias através de um desenho; a segunda questão explorava os conhecimentos dos estudantes sobre o análogo “pudim de passas”; a terceira questão solicitava que eles identificassem as relações entre o análogo e o alvo e o que não poderia ser comparado entre eles (limitações); na quarta questão o estudante era questionado sobre a contribuição da analogia para a compreensão do modelo atômico de

Thomson.

Na aula estavam presentes as pesquisadoras, a professora regente da turma e trinta e quatro estudantes. De maneira semelhante ao questionário inicial, a aula teve como objetivo explorar a analogia entre o “pudim de passas” e o modelo atômico de Thomson com base nas diretrizes do modelo TWA. Uma particularidade dessa aula foi a apresentação de uma foto do análogo – “*plum pudding*” – para discussão de suas características. Isso foi realizado, levando-se em consideração a problemática já identificada na literatura de que os alunos não são familiares com o pudim inglês, usado como análogo (SOUZA, JUSTI E FERREIRA, 2006).

O questionário final foi constituído de três questões. Na primeira questão os estudantes foram novamente solicitados a explicitar as relações e as limitações da analogia entre o “*plum pudding*” e o modelo atômico de Thomson. Na segunda questão, foi apresentada uma situação em que uma régua de plástico atraía pedaços de papéis após ser atritada no cabelo. Foi solicitado ao estudante que elaborasse uma explicação para esse fenômeno e, caso considerasse que a analogia estudada poderia ajudá-lo, que a utilizasse em sua explicação. Na última questão o estudante foi convidado a propor melhorias para a analogia apresentada e, caso desejasse, a elaborar uma nova analogia para o modelo atômico de Thomson. Este questionário foi aplicado três semanas após a aula ministrada pela pesquisadora. Isso aconteceu para evitar que respostas irrefletidas fossem fornecidas pelos estudantes apenas por retenção de informações na memória.

Análise dos dados

Para análise dos dados coletados foi necessária a sistematização das ideias apresentadas pelos estudantes nos questionários. Para tal, foram criadas categorias, nas quais agrupamos as ideias dos estudantes fundamentadas em pressupostos semelhantes. Estas categorias foram criadas analisando minuciosamente as ideias expressas por cada estudante, em cada questão. O processo de categorização foi realizado pelas duas pesquisadoras separadamente, os resultados desse processo foram comparados e todas as divergências foram discutidas até o estabelecimento de consenso.

Visando resumir os resultados foi criada uma tabela (Tabela 1) com todas as categorias, as respectivas quantidades de respostas de estudantes incluídas nelas e exemplos dessas respostas.

Os registros em vídeo foram analisados para selecionar os principais momentos (aqueles que auxiliaram nossa interpretação das respostas dos estudantes ou nos quais eles expressaram ideias que não foram expressas nos questionários) e, posteriormente, explorá-los em detalhes considerando a compreensão dos estudantes das relações e limitações da analogia.

Resultados

Tema das questões	Categorias	N ²	Exemplo de resposta dos estudantes
Relações similares alvo/análogo	Correspondência de características similares superficiais	4	“Os dois são redondos”
	Relação coerente entre o análogo e o alvo	3	“Os dois eram tentativas de explicar como era o átomo”

² Devido à limitação de espaço foram selecionados apenas categorias centrais para a discussão do objetivo deste trabalho. Por isso, em algumas categorias o somatório do número de estudantes é menor que o número 34.

	Confusão de ideias/incoerência	10	“Os microrganismos se multiplicam”
	Resposta em branco	9	Não responderam
Limitações alvo/análogo	Características superficiais	4	“O pudim de passas é maior que o modelo atômico de Thomson”
	Limitação coerente da analogia	2	“O pudim de passas não possui diferença de carga elétrica (entre passas e massa do pudim) e o modelo sim”
	Resposta em branco	10	Não responderam
Contribuição da analogia para compreensão do conceito	Sim, justificativa coerente.	2	“O pudim serve para explicar o modelo; o pudim representa uma esfera e as passas os elétrons”
	Sim, justificativa incoerente.	8	“Pois os dois são difíceis de identificar o que foi usado”
	Sim, justificativa com base em características similares superficiais	3	“Pela aparência, formato etc.”
	Não, inexistência de características similares superficiais	3	“Porque elas têm pouco a ver”
	Resposta em branco	8	Não responderam

Tabela 1 – Categorias das respostas dos estudantes referentes ao questionário inicial (continuação)

Tema das questões	Categorias	N	Exemplo de resposta dos estudantes
Relações similares alvo/análogo	Relação entre a distribuição das passas no pudim e dos elétrons no átomo	13	“O pudim de passas tem várias passas espalhadas por toda a sua massa. Assim como no modelo atômico de Thomson estão espalhados elétrons por toda a sua massa”
	Relação entre a massa distribuída de maneira uniforme no pudim e no átomo	3	“Massa positiva distribuída de maneira uniforme (se referindo ao modelo atômico de Thomson); massa do pudim distribuída de maneira uniforme”
	Identificação de características similares superficiais	4	“Eles são semelhantes na aparência. As passas parece que tem tanto no pudim, quanto no modelo atômico de Thomson”
	Resposta em branco	14	Não responderam a questão

Tabela 2 – Categorias das respostas dos estudantes referentes ao questionário final.

Tema das questões	Categorias	N	Exemplo de resposta dos estudantes
Limitações alvo/análogo	Características superficiais	9	“No pudim tem uma abertura central e no modelo não” “O átomo é um esfera e o pudim é achatado”
	Resposta em branco	11	Não responderam
Criação de um novo	Dificuldade em lidar com a abstração do modelo atômico	6	“Acho que o modelo deveria virar uma coisa vista não só uma comparação como o pudim, deveria ter um modo de entendermos ele como uma forma concreta”

análogo e/ou aprimoramento da analogia do “pudim de passas”	Desqualificação do análogo, devido a não correspondência de características similares superficiais	7	“Poderia ser utilizado um material esférico e que não possuem cores para ser comparado com o modelo atômico de Thomson”
	Proposição de um novo análogo	4	“Uma laranja, em que as sementes seriam as cargas que existem no interior do átomo, ficaria mais fácil, pois, uma laranja é mais fácil de imaginar e representar”

Tabela 2 – Categorias das respostas dos estudantes referentes ao questionário final (continuação).

Discussão dos resultados

As respostas dos estudantes às questões do primeiro questionário nos fizeram notar que eles possuem maior facilidade em estabelecer correspondências de características superficiais entre o domínio análogo e alvo. Acreditamos que o fato de a maioria deles não ter sido capaz de identificar relações pode estar relacionado à incompreensão do significado de uma analogia. Essa incompreensão fica ainda mais clara quando os estudantes são questionados sobre a contribuição ou não da analogia para a compreensão do conceito. Nesta questão, muitos deles afirmaram que a analogia os ajuda a entender o conceito alvo, porém, justificaram sua resposta de maneira incoerente ou através do apontamento de características similares superficiais (por exemplo, “*Sim, pela aparência, formato etc.*”). Talvez, pelo simples fato da analogia em questão ser bastante difundida nos livros e pelos professores, os estudantes tendem a acreditar que ela os auxilia na compreensão do tema.

No questionário final, algumas ideias que os estudantes apresentaram no questionário inicial prevaleceram. Por exemplo, um deles afirmou: “*Eles são semelhantes na aparência. As passas parece que tem tanto no pudim, quanto no modelo atômico de Thomson*”, evidenciando imaginar uma transposição de características do análogo para o alvo. Porém, somada a elas a compreensão da relação de similaridade entre a distribuição das passas e a distribuição dos elétrons foi evidenciada em várias respostas deste questionário. Deste modo, podemos observar que o auxílio a um mapeamento explícito de relações proposto no modelo TWA (etapa 4) fez com que os estudantes compreendessem a relação entre os dois sistemas.

Apesar disso, a analogia entre o modelo atômico de Thomson e o “pudim de passas”, ainda que trabalhada através do TWA, não nos parece um modelo de ensino interessante, pois mesmo com a apresentação e discussão da versão do pudim de passas inglês (“*plum pudding*”) eles continuaram atrelados aos aspectos físicos referentes à versão brasileira do análogo. Isto pôde ser evidenciado em respostas referentes à limitação da analogia, como: “*no pudim tem uma abertura central e no modelo não*”. Assim, mesmo que reconheçam o pudim inglês como um domínio análogo, podem não conseguir compreender de maneira significativa o conceito alvo a partir das relações que este estabelece com aquele pela falta de familiaridade com aquele.

Apesar disso, limitações discutidas com os estudantes durante a aula também foram identificadas em suas respostas ao questionário final (por exemplo, a diferença entre o formato esférico do átomo e o formato achatado do pudim). Isso parece indicar que a discussão explícita das limitações de uma analogia, prevista no modelo TWA (etapa 5), auxiliou na compreensão dos aspectos não comparáveis da analogia.

Foi observado um número significativo de respostas em branco no questionário final. Consideramos que isto pode ter ocorrido devido a diferentes fatores, como: incompreensão

das atividades propostas, incompreensão da analogia, desinteresse dos estudantes, dentre outros possíveis.

Julgamos que o modelo TWA foi influente para despertar o interesse e a participação dos estudantes na aula, pois quando a pesquisadora promoveu a explicitação do mapeamento das relações entre os dois sistemas, os estudantes demonstraram-se mais estimulados a fazer questionamentos. No entanto, o número relativamente alto de respostas em branco e as evidências de pouca familiaridade com o análogo nos levam a supor que esse engajamento poderia ter sido mais efetivo se os estudantes tivessem sido envolvidos em atividades de elaboração e crítica de suas próprias analogias para explicar o modelo atômico de Thomson.

Conclusão

No uso de qualquer analogia no ensino de Ciências, existe a necessidade de que o professor atue no momento de construção das pontes conceituais entre o que o estudante conhece e o novo conhecimento, não deixando sobre este a responsabilidade de estabelecer as relações almejadas e as limitações entre o alvo e análogo.

Devido à dificuldade de compreensão dos conceitos químicos, como os modelos atômicos, a utilização de analogias mostra-se relevante. Porém, a analogia com o “pudim de passas” em específico, ainda que trabalhada com o auxílio do TWA, não parece ter contribuído para que os estudantes compreendessem os aspectos principais do modelo atômico de Thomson. Acreditamos que isso se justifica pelo fato de que a analogia possibilita o estabelecimento de uma única relação: a distribuição homogênea de cargas no átomo e de frutas no pudim inglês – e conta com um domínio análogo pouco familiar aos alunos brasileiros.

Apesar dos problemas inerentes à analogia selecionada, no que concerne o modelo TWA, consideramos que este pode dar suporte para que o professor trabalhe com os estudantes as relações que ele espera que estes compreendam, bem como as limitações da analogia, superando assim possíveis problemas do uso espontâneo de comparações no ensino de Ciências.

Consideramos as ideias gerais presentes nas etapas do TWA sua principal potencialidade com relação ao uso guiado de analogias no contexto das salas de aula de Ciências em geral, e de Química em particular. Em especial, o apontamento da necessidade de um mapeamento explícito e de identificação das limitações de uma analogia. No entanto, supomos que a utilização do TWA em situações guiadas pelo professor, nas quais os estudantes sejam engajados no processo de criação e revisão de suas próprias analogias possa ser mais produtiva na aprendizagem dos estudantes do que em cenários de discussão de analogias prontas, como o que fundamentou essa pesquisa.

Alguns trabalhos na área do ensino de Química têm discutido esse uso das analogias. Por exemplo, autores como MENDONÇA, JUSTI e OLIVEIRA (2011) e MOZZER e JUSTI (2012) ressaltam que a criação de analogias é uma atividade que exige do estudante criatividade e análise crítica, sendo um momento oportuno para que o professor possa auxiliar a construção de conhecimentos pelo estudante. Neste processo, os estudantes têm de buscar e testar relações entre os domínios comparados a partir de sua base de conhecimento e em interação com seus colegas e com professor. Mais investigações sobre essa perspectiva de utilização do TWA necessitam ser realizadas para que possamos avaliar o quão favorável ela poderia ser para o uso de analogias no ensino de Ciências.

Agradecimentos e apoios

CNPq e Fapemig

Referências

- AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G.; RITCHIE, S. **Metaphor and Analogy: Serious thought in science education**. In: _____ (Eds). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Springer, v. 30, 2006. p. 1-9
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science education**, 1991, p. 649-672.
- DUIT, R.; TREAGUST, D. F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, n. 25, 2003, p. 671-688.
- FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 2003, p. 213-227.
- GLYNN, S. M. Conceptual bridges: Using analogies to explain scientific concepts. **The Science Teacher**, v. 62, n. 9, 1995, p. 25-27.
- GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. *The Psychology of Learning Science*. Hillsdale, In **S. M. Glynn, R. H. Yearnly, B. K. Britton (Eds.)**, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1991, p. 219-240.
- GLYNN, S. M. The Teaching-With- Analogies Model: Build conceptual brigdes with mental models. **Science and Children**, 2007, p. 52-55.
- GLYNN, S. M.; BRITON. B. K.; SEMRUD-CLIKEMAN, M.; MUTH, K. D. Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. **A handbook of creativity: Assessment, research and theor**, New York: Plenum, 1989, p. 383-398.
- MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, 2013, p. 112-122.
- MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, 2011, p. 1-13.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, 2012, p. 429-458.
- SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. C.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: Uma análise crítica sobre o que os estudantes pensam a partir delas. **Investigação em ciência**, v. 11, n. 1, 2006, p. 7-28.