

## ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE CONJUGA ANALOGIA E MODELAGEM NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

### ANALYSIS OF A DIDACTIC SEQUENCE WHICH COMBINES ANALOGY AND MODELING IN THE TEACHING OF CHEMICAL EQUILIBRIUM

**Thais Alves Silva**

Universidade Federal de Ouro Preto  
[thaisalves\\_14@hotmail.com](mailto:thaisalves_14@hotmail.com)

**Nilmara Braga Mozzer**

Universidade Federal de Ouro Preto  
[nilmara@iceb.ufop.br](mailto:nilmara@iceb.ufop.br)

#### RESUMO

Neste trabalho analisamos as possíveis contribuições de uma sequência didática que conjuga ensino fundamentado em modelagem a partir da perspectiva de Justi e Gilbert (2002) e analogia na aprendizagem dos aspectos de reversibilidade, coexistência de reagentes e produtos e dinamicidade do equilíbrio químico. A aplicação dessa sequência foi realizada em escala piloto, sendo nossa amostra constituída de um graduando da área de Ciências Sociais e Aplicadas. Nossos resultados evidenciam que, ao ser inserido no processo de elaboração, crítica e reformulação de suas analogias, o aluno melhorou a compreensão de alguns dos aspectos que caracterizam o estado de equilíbrio químico de um sistema. Embora as atividades tenham se demonstrado favoráveis à aprendizagem da temática, apontamos para a necessidade de: solicitações explícitas de elaboração de representações no nível submicroscópico; auxílios constantes fornecidos pelo tutor ao aluno neste processo; discussões sobre esse tipo de atividade na formação de professores.

**Palavras chave:** analogia, modelagem e equilíbrio químico.

#### ABSTRACT

In this paper, we analyze the possible contributions of a didactic sequence which combines teaching based on modeling from the perspective of Justi and Gilbert (2002) and analogy in learning aspects of reversibility, coexistence of reactants and products and dynamism of the chemical equilibrium. The application of this sequence was conducted on a pilot scale. Our sample consists of a student of Social and Applied Sciences. The results show that, when inserted in the process of drawing, reviewing and reformulation of his analogies, the student improved understanding of some of the aspects that characterize the state of chemical equilibrium of a system. Although the activities have demonstrated in favour of thematic learning, we point to the need for: explicit requests of drawing representations of processes studied in the submicroscopic level; aid constants provided by the tutor the student in this process; discussion of this type of activity in teacher' education.

**Key words:** modelling, analogy and chemical equilibrium.

#### 1. INTRODUÇÃO

As analogias são importantes instrumentos de comparação que visam estabelecer *relações*

entre um domínio familiar, o *domínio análogo* (GLYNN, 1991) e um outro desconhecido chamado de *domínio alvo* (GENTNER, 1989).

De acordo com Gentner (1989), é necessário fazer a distinção entre as analogias e as demais comparações. Enquanto para essa autora, as *analogias* são comparações a partir das quais são estabelecidas relações entre os domínios análogo e alvo, comparações do tipo *similaridade literal* são aquelas em que se estabelecem correspondências de atributos de objetos<sup>1</sup> e de relações entre os domínios. Já nas comparações do tipo *mera aparência* as correspondências são exclusivamente de atributos de objetos.

A partir da sua natureza relacional, as analogias podem auxiliar na inserção do aluno em atividades que objetivam a produção do conhecimento curricular de maneira análoga aos processos ocorridos na ciência – quando são utilizadas como ferramentas heurísticas (ARCHER; ARCÁ; SANMARTÍ, 2007). Neste caso, os alunos são inseridos em atividades nas quais elaboram, criticam e reformulam suas próprias analogias (modelagem analógica – MOZZER; JUSTI, 2009).

Uma maneira promissora de envolver os alunos na elaboração e revisão de suas próprias analogias é a conjugação entre esse processo e o ensino fundamentado em modelagem, o qual, na proposta de Justi e Gilbert (2002), envolve as seguintes etapas gerais: (i) elaboração e expressão do(s) modelo(s); (ii) teste(s) empírico e/ou mental do(s) modelo(s); (iii) avaliação da abrangência e das limitações do modelo. Tal conjugação foi proposta por Mozzer e Justi (2009).

Com base nessa proposta de Mozzer e Justi (2009) e no trabalho de Maia e Justi (2008), elaboramos uma sequência didática que conjuga analogia e modelagem para trabalhar aspectos qualitativos de equilíbrio químico: reversibilidade, coexistência de reagentes e produtos e dinamicidade. Aspectos pensados nas dificuldades de compreensão pelos alunos da educação básica relatadas na literatura. Neste trabalho, nos propomos a investigar as possíveis contribuições dessa sequência didática para a aprendizagem desses aspectos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Descrição das atividades

A sequência didática constituiu-se de três atividades. A *atividade introdutória* sobre analogia traz o slogan de uma marca e transcrições de vídeos contendo diferentes tipos de comparações. A partir dessas, são explicitadas as correspondências entre os domínios e discute-se com os alunos a distinção entre comparações de mera aparência e analogias.

A *primeira atividade* sobre equilíbrio químico envolve a formação do gás tetróxido de dinitrogênio ( $N_2O_4$ ) a partir do gás dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ). Nesta atividade, é apresentada a equação que representa a reação, juntamente com a informação de que o primeiro gás possui uma coloração incolor enquanto, o segundo, castanha. Compõe-se também de um vídeo no qual o comportamento do sistema sobre resfriamento e aquecimento é demonstrado. É solicitado ao aluno que explique o fenômeno observado e, em seguida, elabore uma analogia para facilitar a compreensão de um colega sobre o comportamento do sistema.

A *segunda atividade*, envolve o sistema de cromato ( $CrO_4^{2-}$ , amarelo)/dicromato ( $Cr_2O_7^{2-}$ , laranja). Nesta atividade, um novo vídeo é apresentado para o aluno para demonstrar o comportamento do sistema frente à adição de ácido e de base. Num segundo momento é fornecida a informação sobre as solubilidades do cromato e do dicromato de bário em água. A segunda parte do vídeo é apresentada, demonstrando-se o comportamento dos sistemas frente

---

<sup>1</sup>Atributos de objetos são as correspondências entre propriedades físicas (p. ex. cor, tamanho, forma etc.) dos objetos pertencentes a cada domínio comparado.

à adição de bário em um tubo de ensaio de coloração amarela e em outro de coloração laranja em contraste com um tubo de ensaio de coloração laranja mantido inalterado. A partir dessa demonstração, o aluno é solicitado novamente a elaborar uma explicação para o que ocorre no novo sistema, a rever seus modelos e analogias anteriores e, se necessário, modificá-los ou elaborar novos.

## 2.2. Amostra e coleta de dados

A sequência didática elaborada tem como público-alvo alunos do segundo ano do ensino médio. Porém, antes de sua aplicação em situações reais de sala de aula, realizamos um estudo piloto para que os possíveis benefícios e defasagens dessa sequência possam ser identificados e modificações/adaptações sejam propostas. As atividades foram aplicadas a um aluno de graduação da área de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, em cinco encontros individuais, com duração média de uma hora e meia cada. Os encontros foram registrados em áudio e os registros escritos do aluno recolhidos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na *primeira atividade* sobre equilíbrio químico  $N_2O_4/NO_2$ , o aluno explicou que, com o fornecimento de energia, as moléculas ficam mais agitadas, quebrando as ligações entre os átomos e formando o dobro da quantidade das moléculas iniciais. Esclareceu que o contrário acontece quando se resfria o sistema. O aluno naquele momento apresentou a ideia de equilíbrio químico como pendular - ora acontece a reação em um sentido, ora no outro.

Quando foi solicitado a elaborar uma analogia, o aluno elaborou uma comparação do tipo *similaridade literal*, na qual colocou em correspondência as variações de temperatura nos sistemas  $N_2O_4/NO_2$  e uma liga metálica de solda e as mudanças físicas (de cor e de estado físico) consequentes dessas variações; e a reversibilidade do estado físico da solda e a reversibilidade da coloração do sistema  $N_2O_4/NO_2$  com a variação da temperatura. Nas palavras do aluno:

“Um fio de solda quando você esquentar ele, ele é tipo um arame e fica líquido, aí você solta, deixa ele esfriar ele fica com a outra forma dele, sólido de novo. Toda vez que você aquece e esfria isso acontece.”

Na *segunda atividade*, em foi apresentado ao aluno o vídeo a partir do qual ele pôde observar a adição de bário ao sistema cromato/dicromato ele foi solicitado a explicar o que estava ocorrendo no tubo de coloração amarela e no tubo de coloração laranja. Naquele momento, o aluno apresentou dificuldade em fornecer explicações. Nessa etapa, o aluno foi auxiliado pela pesquisadora na interpretação da evidência experimental.

Na sequência o aluno foi solicitado a elaborar uma analogia para explicar o fenômeno estudado, e mais uma vez fez uma comparação do tipo *similaridade literal*, dizendo que quando misturamos café com leite, temos as duas substâncias no mesmo recipiente e que a coloração, “esbranquiçada ou amarronzada”, dependerá da substância que estiver em maior quantidade.

No momento seguinte, o aluno foi solicitado a conjugar, em uma mesma comparação, os aspectos de reversibilidade, da coexistência de reagentes e produtos e da dinamicidade do estado de equilíbrio (este último foi explicado pela pesquisadora no momento anterior a essa solicitação). O aluno elaborou a seguinte comparação:

“Ao tocarmos o interruptor para acender a luz, a velocidade com que a luz acende é a mesma, com que a luz apaga quando tocamos novamente o interruptor para apagá-la, da mesma forma que as velocidades que reagente vira produto e produto vira reagente são iguais.”

O aluno conseguiu elaborar uma *analogia* ao relacionar a igualdade da velocidade com que a luz acende e apaga quando tocamos o interruptor e a igualdade das reações direta e inversa no equilíbrio e a reversibilidade de ambos os processos. No entanto, em sua analogia ele não foi capaz de abordar o dinamismo do equilíbrio químico e a coexistência dos reagentes e produtos. Ao ser questionado sobre esse fato, o aluno disse que conjugando as explicações possibilitadas pela por essa última comparação com a anterior seria possível explicar a reversibilidade, a igualdade de velocidades e coexistência de reagentes e produtos em um sistema em equilíbrio. Isso nos parece relevante, uma vez que pode indicar que o aluno percebe as limitações das analogias elaboradas.

Os resultados deste estudo piloto nos fornecem evidências de que, o aluno conseguiu compreender os aspectos da reversibilidade e da coexistência de reagentes e produtos. Além disso, uma contribuição que parece ter advindo do processo de modelagem foi o fato de o aluno ter sido capaz de reconhecer as limitações de suas analogias. Apesar disso, ele não apresentou um resultado satisfatório quanto à compreensão do aspecto dinâmico do equilíbrio químico. Acreditamos que essa incompreensão possa ser atribuída, principalmente, à falta de questionamentos explícitos nas instruções da atividade e orientados pela pesquisadora que guiassem a representação e discussão dos fenômenos para o nível submicroscópico. Algo que aponta para importância de se discutir, elaborar e aplicar atividades dessa natureza na formação inicial e continuada de professores de Ciências.

## AGRADECIMENTOS E APOIOS

CNPq, FAPEMIG, PROPP-UFOP.

## REFERÊNCIAS

ACHER, A.; ARCÁ, M.; SANMARTÍ, N. Modeling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. **Science Education**. v. 91, n. 3, 2007, p. 398-418.

GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning In: S. Vosniadou; A. Ortony (Eds.), **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press. 1989, p.199-241.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: S. M. Glynn; R. H. Yearny; B. K. Britton (Eds.), **The Psychology of Learning Science**. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1991, p. 219-240.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**. v. 24, n. 4, 2002, p. 369-387.

MAIA, P. F.; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química nova na escola**. n.28, mai.2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>> Acesso em: 13 de jan. 2015.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. In: VII ENPEC 2009. Florianópolis, Brasil.