

ANALOGIAS USADAS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO: COMPREENSÕES DOS ALUNOS E PAPEL NA APRENDIZAGEM

MENDONÇA, PAULA C.C.; JUSTI, ROSÁRIA S.; FERREIRA, POLIANA F.M.
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Palavras chave: Analogias; Equilíbrio químico; Aprendizagem.

OBJETIVO

Esta pesquisa buscou responder as seguintes questões de pesquisa:

- Como alunos do ensino médio (15-18 anos) compreendem as analogias do “homem na esteira” e dos “peixes no aquário” utilizadas no ensino de tópicos importantes do equilíbrio químico – dinamismo e alteração da condição de equilíbrio químico, respectivamente?
- Essas analogias efetivamente contribuem para que os alunos compreendam esses tópicos?

ASPECTOS TEÓRICOS

Equilíbrio químico é uma das principais concepções organizadoras do ensino de química, tanto no ensino médio quanto no ensino superior. A compreensão do mesmo se faz necessária para a fundamentação de várias discussões que levam ao entendimento de fenômenos e processos, articulando vários temas como reação química, reversibilidade de reações, cinética química, entre outros.

A literatura aponta inúmeras dificuldades de alunos, de diferentes níveis de escolaridade, na aprendizagem de equilíbrio químico (por exemplo, Tyson, Treagust e Bucat, 1999). Dentre as concepções alternativas mais freqüentes dos estudantes, podemos destacar:

- *equilíbrio químico estático, não dinâmico*: o aluno, devido à impossibilidade de observar alterações macroscópicas em um sistema em equilíbrio, acredita que não ocorre reação química no sistema em equilíbrio;
- *visão compartimentalizada do equilíbrio*: o aluno acredita que os sistemas em equilíbrio apresentam dois lados, dois compartimentos independentes: o dos reagentes e o dos produtos. Essa concepção pode ser gerada pelos desenhos apresentados nos livros (com dois compartimentos independentes para mostrar o antes e o depois ou analogias que utilizam vasos comunicantes) ou pela própria representação na equação (em que reagentes e produtos aparecem em lados distintos e, ao se referir ao deslocamento do equilíbrio, se menciona lado esquerdo e lado direito);
- *equilíbrio apresentado como um pêndulo*: devido à dificuldade de compreender o equilíbrio como um sistema dinâmico, muitas vezes o aluno o interpreta como se duas reações ocorressem alternadamente (não ao mesmo tempo), ora a reação direta, ora a reação inversa, semelhante ao movimento pendular;

- *igualdade de concentrações de produtos e reagentes*: o aluno acredita que o equilíbrio corresponde a um estado em que há igualdade entre as concentrações e/ou massas dos reagentes e produtos.

Podemos dizer, então, que as principais concepções alternativas dos alunos são decorrentes da transposição, para o contexto químico, da idéia de equilíbrio estático usada no cotidiano e na física, além da não compreensão do assunto no nível atômico-molecular. Isso, por sua vez, resulta da ênfase freqüentemente atribuída no ensino a uma abordagem quantitativa do tema.

Numa abordagem de ensino que objetive a compreensão do significado de um sistema em equilíbrio químico nos níveis macroscópico e atômico-molecular, analogias podem desempenhar um papel importante. Uma analogia pode ser definida como sendo uma comparação entre dois domínios: um que é familiar ao aprendiz – denominado na literatura de ‘domínio da analogia’ – e outro que não lhe é familiar – chamado de ‘domínio do alvo’. Nessa perspectiva, as analogias podem atuar como mediadoras no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Duit (1991), elas podem ser instrumentos valiosos no auxílio da construção do conhecimento, pois atuariam de forma explanatória e heurística por meio do desencadeamento da tensão cognitiva e do processo de associações entre o estranho e o familiar, ou os conhecimentos prévios e os novos. Dessa forma, práticas educativas baseadas no processo analógico trabalham diretamente com um processo de aprendizagem segundo os princípios da teoria construtivista. Isto porque, ao favorecerem a existência de um “trânsito” entre os conceitos prévios e os conceitos desconhecidos, as analogias podem levar o indivíduo a reestruturar suas informações e, em certos casos, formar um novo esquema ou acrescentar novas informações às aquelas já formadas.

Em relação à utilização das mesmas no ensino, pesquisas que investigaram como autores de livros didáticos de química apresentam analogias (por exemplo, Thiele e Treagust, 1995, na Austrália, Monteiro e Justi, 2000, no Brasil, Pedrosa e Dias, 2000, em Portugal) destacam muitos problemas que podem resultar em elas não contribuírem para o aprendizado. Segundo esses pesquisadores, os autores fazem pouco uso de analogias. Além disso, a presença de analogias que podem induzir a erros conceituais e/ou reforçar concepções alternativas que os alunos possuem em relação a vários conceitos químicos evidencia que os autores desconhecem e/ou não atribuem a devida importância às dificuldades que os alunos apresentam durante a aprendizagem de Química e/ou às suas idéias prévias. Finalmente, em muitas das analogias apresentadas em livros didáticos, os autores não fornecem nenhuma explicação do domínio da analogia e não discutem suas limitações. Tais aspectos parecem indicar que os autores não consideram a possibilidade de os alunos terem dificuldades em estabelecer relações analógicas e que as analogias são perfeitamente entendidas por eles. É possível também que os autores deixem a cargo do professor a discussão de tais aspectos das analogias (Monteiro e Justi, 2000).

Considerando esses aspectos, resolvemos investigar como os alunos realmente entendem algumas das analogias utilizadas no ensino de equilíbrio químico e como elas contribuem para que eles aprendam sobre esse tema.

DESENVOLVIMENTO

Optamos pela utilização de um questionário escrito como instrumento de coleta de dados. Isso ocorreu pela exigência de menor disponibilidade de tempo para a aplicação e pelo fato de ele possibilitar a realização da pesquisa com um grande número de alunos simultaneamente.

O questionário consistia de três questões: a primeira solicitava a visão geral que o aluno tinha sobre equilíbrio químico, a segunda trazia a analogia do “homem na esteira” (homem correndo em uma direção numa esteira ergométrica que se movimenta na direção contrária) para um sistema em equilíbrio e a terceira apresentava a analogia de “aquários com peixes” (dois aquários ligados por uma passagem de vidro nos quais existia igual número de peixes se movimentando de um lado para o outro de maneira homogênea).

As duas últimas questões avaliavam a compreensão do aluno em relação às analogias, se elas favoreciam a compreensão dos aspectos analógicos envolvidos e se os alunos consideravam que elas contribuíam para o entendimento de algum aspecto do equilíbrio químico.

Após ser validado em um estudo piloto, esse questionário foi aplicado a uma amostra constituída de 110 alunos de três escolas. Em cada uma delas, o ensino do tema havia ocorrido de maneira diferente, mas as analogias presentes no questionário não haviam sido apresentadas por nenhum dos professores.

Os dados foram analisados a partir de categorias desenvolvidas num processo dinâmico que levou em conta os objetivos das questões e as respostas dos alunos. A fim de garantir a validade interna da análise dos dados, ela foi realizada independentemente pelas três pesquisadoras. Após a comparação dos resultados, possíveis diferenças foram discutidas até que um consenso foi atingido. De forma resumida, os principais resultados obtidos na análise dos dados foram os apresentados a seguir.

Apesar de a maior parte dos alunos ter caracterizado um sistema em equilíbrio de forma coerente no início do questionário, eles não foram capazes de utilizar tais idéias na discussão das analogias (principalmente a dos peixes no aquário).

A maioria dos alunos conseguiu estabelecer relações entre os dois domínios na analogia do homem na esteira. Muitos entenderam a idéia do dinamismo a partir da analogia ou a utilizaram de forma correta para analisá-la criticamente (por exemplo, apontando algumas de suas limitações). Alguns alunos, mesmo tendo caracterizado o equilíbrio químico de maneira incoerente na primeira questão, mostraram desenvolver um raciocínio coerente a partir da analogia.

Por outro lado, a analogia dos peixes no aquário favoreceu o desenvolvimento de concepções erradas – compartimentalização, quantidades de reagentes e produtos iguais no equilíbrio químico, equilíbrio químico como estático – ou reforçou algumas delas. Mesmo alunos que haviam apresentado idéias coerentes na primeira questão, chegaram a contradizer suas respostas ao responderem essa terceira questão, o que mostra que a analogia, além de não contribuir para demonstrar aspectos coerentes com o equilíbrio químico, pode gerar conclusões erradas a respeito do mesmo. Além disso, poucos alunos perceberam limitações nessa analogia, pois eles a interpretaram considerando apenas o enunciado do princípio de Le Chatelier, sem levar em conta aspectos do nível microscópico (no caso, a transformação das substâncias).

Finalmente, os alunos que haviam aprendido a partir de uma metodologia baseada na elaboração de modelos demonstraram uma melhor compreensão dos aspectos positivos e negativos de ambas as analogias.

CONCLUSÕES

O fato de a maioria dos alunos ter sido capaz de citar algum atributo coerente para o equilíbrio químico mas não de utilizar tais idéias na análise das analogias sugere que eles devem ter repetido idéias apresentadas durante o ensino sem, contudo, compreender os aspectos mais importantes do equilíbrio químico. Considerando que isso praticamente não aconteceu entre os alunos que haviam aprendido por uma abordagem baseada na construção de modelos, julgamos que, provavelmente, o fato de eles terem oportunidades de desenvolver o raciocínio durante o ensino, interpretando *como* o equilíbrio químico ocorre (analisando-o no nível atômico molecular através de modelos analógicos criados por eles mesmos), favoreceu a compreensão do tema e a capacidade desses alunos de interpretar questões. Esses alunos se mostraram mais aptos a pensar criticamente sobre as analogias, buscando a importância das relações analógicas no desenvolvimento de seu conhecimento.

Comparando o desempenho dos alunos na interpretação e análise das duas analogias, concluímos que somente a analogia do homem na esteira contribuiu para que eles entendam o dinamismo envolvido num

sistema em equilíbrio químico. A analogia dos peixes no aquário (ou qualquer outra que envolva vasos comunicantes) não deveria ser usada no ensino uma vez que possui várias limitações não facilmente percebidas pelos alunos.

Isso nos remete para o papel relevante dos professores, que podem interagir com os alunos e discutir todos os pontos positivos e negativos das analogias, conferindo como eles os entendem. Assim, é de fundamental importância que eles conheçam e discutam os resultados dessa pesquisa. Isso poderia fundamentar reflexões sobre como utilizar analogias que parecem ser fáceis e óbvias para os alunos ou que estejam sendo utilizadas sem nenhuma reflexão crítica sobre seu papel na aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, Vol. 75 (6), 649-672.
- MONTEIRO, I.G. e JUSTI, R.S. (2000). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, Vol. 5 (2), 48-79.
- PEDROSA, M.A. e DIAS, M.H. (2000). Chemistry textbook approaches to chemical equilibrium and student alternative conceptions. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 227-236.
- THIELE, R.B. and TREAGUST, D.F. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, Vol. 17 (6), 783-785.
- TYSON, L., TREAGUST, D.F. and BUCAT, R.B. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, Vol. 76 (4), 554-558.