

COMO OS ESTUDANTES CONCEBEM A FORMAÇÃO DE SOLUÇÕES

Agustina Rosa Echeverría

A seção “Aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre concepções alternativas de estudantes, sugerindo formas de lidar com essas concepções ao se ensinar conceitos científicos. Este artigo elege como tema as soluções, conceito potencialmente significativo para promover a sistematização de inúmeros outros conceitos químicos importantes, uma vez que sua própria conceituação pressupõe a compreensão de idéias relativas a mistura, substância, ligações químicas, modelo corpuscular da matéria e interação química, entre outros. Outros tópicos importantes como funções químicas, equilíbrio químico, tipos de reações químicas e eletroquímica são por sua vez relacionados com soluções, já que estas constituem o meio mais comum de ocorrência de transformações químicas.

► solução, dissolução, relação empírico-teórica ◀

Este trabalho surgiu a partir de um interesse na relação empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem de química e da consideração de que a formação de conceitos no sujeito é um processo longo, dinâmico e mediado socialmente. Este trabalho representa uma parte das pesquisas realizadas durante curso de doutoramento na Universidade Estadual de Campinas (Echeverría, 1993), que surgiu de interrogações e preocupações a respeito da problemática do processo de ensino-aprendizagem de química, entre elas a consideração bastante difundida de que esta é uma ciência presente no cotidiano — ao mesmo tempo, é bem sabido que os estudantes enfrentam sérias dificuldades na aprendizagem dos conteúdos químicos, o que parece ser uma contradição, dado o caráter ‘cotidiano’ da matéria. Em que momento se estabelece essa contradição, se é que ela existe? O que faz com que uma ciência tão presente em nossas vidas seja ‘tão difícil’ de aprender?

Considerando que procedimentos de conhecimento só existem em relação a objetos de conhecimento, rece-

beu especial atenção neste trabalho a escolha do tema químico, que recaiu em soluções. Interessaram-nos os aspectos qualitativos e microscópicos do tema, por acreditarmos que uma compreensão adequada dos fatos químicos dá-se no nível microscópico.

Considerando esses pressupostos e acreditando que à escola corresponde o papel de desenvolver nos alunos o pensamento teórico, numa relação dinâmica e negociada entre teoria e prática, procuramos identificar as idéias dos alunos a respeito do tema soluções e, fundamentalmente, do processo da dissolução.

Relataremos neste artigo os resultados obtidos a partir de um teste escrito e de entrevistas realizadas com alunos de segunda série do nível médio de uma escola técnica de química da cidade de Campinas - SP, onde também foi observado o processo de ensino de soluções. No total, foram observadas sete aulas, das

quais duas transcorreram no laboratório.

Pela descrição das aulas observadas, foi possível verificar que o professor priorizou os aspectos quantitativo e microscópico das soluções (cálculos de solubilidade, construção de gráficos e tabelas, cálculos de concentrações, descrição microscópica das dispersões) e que, mesmo dedicando algum tempo a explicações relacionadas no nível microscópico, isso foi feito de forma rápida e sem nenhuma participação dos alunos.

O processo da dissolução foi explicado com o exemplo da dissolução do cloreto de sódio e do cloreto de hidrogênio na água. Não foi abordada a dissolução do açúcar na água.

O aspecto mais relevante das aulas observadas foi a passividade dos alunos. Raramente se manifestavam, e quando o faziam era a respeito da resolução dos exercícios, pois sabiam que estes constituiriam a maior parte da avaliação.

Nesta investigação, solicitou-se aos alunos submetidos ao ensino de soluções que respondessem, num teste escrito, (1) o que entendiam por solução; (2) quais as diferenças entre a dissolução do sal e do açúcar na água (isto porque se procurou verificar se viam diferenças entre a dissolução de um composto iônico e de um com-

posto molecular na água), e (3) por que, ao se dissolverem certas substâncias em outras (álcool em água, por exemplo), o volume do sistema final não é aditivo. Uma amostra dos alunos que respondeu ao teste escrito foi entrevistada. Os alunos responderam às perguntas da entrevista de posse do próprio teste. A entrevista foi semi-

estruturada e a pesquisadora valeu-se de *pistas* para tentar ajudar os alunos a colocar em disponibilidade conceitos anteriores que poderiam ajudá-los a resolver as questões que eram solicitados a responder.

Todos os alunos entrevistados disseram que, na água, o sal se dissocia em íons, o que confirmou as respostas que deram ao teste. Da mesma forma, a maioria (64%) atribuiu à existência de espaços vazios nas substâncias e ao tamanho das partículas (44%) a causa da dissolução e da formação de uma mistura homogênea.

Com respeito à indagação sobre as possíveis mudanças que aconteceriam com o sal (NaCl) e com a água (H₂O) na dissolução do sal, a maioria das respostas demonstrou que os alunos, mesmo afirmando que a dissolução tinha ocorrido *na água*, não admitiu que o fenômeno era causado pela interação entre as duas substâncias. Alguns chegaram a declarar que a água não era importante nesse processo. A expressão utilizada com frequência para explicar as mudanças na água era que *ela ficava salgada*. Nenhum entrevistado referiu-se à solvatação de íons, o que evidencia a ausência de uma compreensão microscópica da dissolução. Apesar de os alunos evidenciarem saber que “o sal se dissocia em íons na água”, os dados indicam que eles atribuem à água um papel secundário (Cachapuz e Martins, 1988). Os trechos a seguir ilustram esses comentários.

E: E se a gente pudesse ‘ver’ a molécula de água, será que aconteceu alguma coisa com ela ou não?

A₁: (Silêncio). Táí uma coisa que precisaria pensar... Eu acho que sim, mas não sei explicar exatamente o que que mudou na água... Não sei, talvez seja, como já disse, dos íons terem se misturado nela, terem se espalhado nela, terem alterado alguma coisa na constituição dela. Mas eu acho que não.

E: Então qual seria o papel da água nessa história toda?

A₁: Eu creio que é como se os

íons entrassem nos buracos que tem entre as moléculas de água. Eu creio que a água serviria aí como encaixe pros íons, para eles ficarem dispersos.

E: Você falou em buracos. Que buracos são esses?

A₁: Os espaços vazios que há entre as moléculas de água.

E: Existem espaços vazios?

A₁: Uhm! Porque senão seria sólido.

E: Um sólido não tem espaços vazios?

A1: Não. Eu creio que tenha, mas a distância é muito pequena, são muito mais unidos.

E: Que são espaços vazios?

A1: Ah, seria como um... uma molécula está unida à outra, por estar em forma líquida eu creio que deve haver um espaço entre elas para permitir a movimentação, porque senão o líquido não se movimentaria, seria um sólido, o espaço seria mínimo.

Este trecho da entrevista com A1, além de evidenciar que, para o aluno, não está claro o papel da água, parece demonstrar que seu conceito de espaço vazio está relacionado com o estado de agregação da substância, e não com a natureza da estrutura da matéria.

É interessante observar que os estudantes têm certa facilidade na utilização de termos químicos, o que conduz a um discurso de certa forma sofisticado, mas isso não significa necessariamente que tenham uma real compreensão dos fatos. Segundo uma perspectiva sócio-histórica da formação de conceitos, pode-se dizer que, quando os alunos se envolvem na aprendizagem inicial dos conceitos — neste caso, dissolução, interação soluto-solvente e outros

—, a história desses conceitos para eles está só começando. Nesse processo, as diferenciações e generalizações irão se estabelecendo, permitindo ao sujeito ir recompondo as rela-

ções entre conceitos dentro de um sistema. A recomposição dessas relações conceituais dependerá da qualidade das experiências que o ensino oferecer.

Ainda o mesmo aluno (A1), embora utilizando o termo ‘interação’ para explicar o fenômeno da dissolução, argumenta, ao tentar explicar essa interação, que é o tamanho das partículas que a possibilita. Em nenhum momento ele faz menção à natureza das partículas — ou seja, aos tipos de ligação entre seus átomos — como fator condicionante dessa interação. O aluno procurou ainda, por meio de exemplos, demonstrar suas idéias:

A1: Eu acho que se não fossem do mesmo tamanho seria como Nescau. Nescau com água, ele não ocupa todo o espaço... eu acho que as moléculas de Nescau são maiores que as do sal, por isso elas não se encaixam perfeitamente nos espaços vazios.

E: Você acha importante o tamanho das partículas para a dissolução? Para que se dissolva uma coisa na outra?

A1: Ahá. Eu creio que sim, porque senão certas substâncias que nem... eu acho que as moléculas de óleo são bem maiores do que as de água, porque senão qual o motivo para não haver interação entre elas?

No caso da dissolução do açúcar na água, os alunos geralmente mostraram, tanto no teste como nas entrevistas, maior dificuldade para explicar o fenômeno. Tinham idéias sobre a dissolução do sal, mas não aconteceu o mesmo com a dissolução do açúcar. Isso

os levou, na tentativa de explicar a dissolução do açúcar, a realizar diferentes especulações, mais ou menos acertadas conforme o domínio que cada um tinha dos pré-requisitos

Não parece claro, para o aluno, o papel da água, e seu conceito de espaço vazio está relacionado com o estado de agregação da substância, não com a natureza da estrutura da matéria

(neste caso, fundamentalmente, sobre ligações químicas).

Tanto no teste como nas entrevistas, foram apresentados aos alunos os conceitos necessários para que estabelecessem as relações que poderiam ajudá-los a compreender e explicar a dissolução do sal e do açúcar na água. Ainda assim, tiveram dificuldades em estabelecer essas relações e fazer generalizações.

Da mesma forma que ocorreram muitas respostas ‘em branco’ ou do tipo ‘não sei’ no teste para explicar a dissolução do açúcar, essas dificuldades apareceram e foram manifestadas pelos alunos nas entrevistas.

Os resultados mostram que os alunos conseguiam explicar, com diferentes níveis de adequação, o que acontecia com o sal na água, porque isso foi ensinado em sala de aula. Não sucedeu o mesmo com o açúcar.

Os alunos tiveram dificuldades na explicação microscópica, tanto de um fenômeno como do outro, porque o processo da dissolução não foi tratado microscopicamente no ensino: não foi ensinada a interação entre as partículas dos componentes de uma solução. Se o ensino de soluções priorizou os aspectos quantitativo e macroscópico, não era de se esperar que os alunos entendessem, por exemplo, “o papel da água na dissolução”.

E: Você diz que o açúcar se torna invisível, que foi dissolvido e não é mais a mesma substância.

A₂: Essa daí eu não... Porque o sal eu sabia que obtería íons, esse daí eu não tinha muita idéia do que ia acontecer, mas achei que ele não se dissociaria, um dos componentes se combinaria com a água formando outra coisa.

E: Então você acha que há uma reação química?

A₂: Acho que sim. Ah... eu fico meio na dúvida nessa parte. Eu não tenho certeza.

E: Você já pensou nisso, já escutou, já te falaram sobre isso?

A₂: Não. Do sal sim, quando se estuda ionização, obtenção de íons, mas do açúcar não.

Em outro momento da entrevista, estabeleceu-se o seguinte diálogo com A₂ ao ser indagado sobre as dificuldades de imaginar o mundo microscópico:

E: É difícil imaginar o átomo, as moléculas?

A₂: Ah... a gente... eu nunca vi né?

E: Ninguém...

A₂: Ninguém viu, então você tem idéia porque os outros dizem que é desse jeito, então você começa a formar... daquele jeito que dizem que é. Às vezes se torna um pouco difícil...

E: E você tem dúvidas de que seja assim?

A₂: Hum... por enquanto... já que tudo dá certinho, tudo tem uma confirmação razoável, acho que... pode ser que não seja, não exatamente, mas seja bem próximo.

Tanto nos testes como nas entrevistas, os alunos demonstraram um grande potencial que poderia ser aproveitado em uma prática pedagógica que desenvolvesse neles um espírito argüidor, questionador, crítico, participativo.

Foi interessante observar a tranquilidade com que expressavam suas idéias, na situação de entrevista, ao sentirem por parte da pesquisadora um interesse nelas. Ao saberem que não estavam comprometidos em responder “o que era correto”, ou seja, que não estavam expostos ao “jogo pedagógico” em que o professor é quem faz a pergunta “certa” e o aluno “tem” que dar a “resposta certa”, manifestaram suas dúvidas, suas inseguranças. Constatara-se, na análise do processo de ensino por nós

observado, que o professor priorizou os aspectos quantitativos e macroscópicos das soluções. Entretanto, os alunos conseguiram manter conosco durante as entrevistas — mesmo considerando todas as inadequações — um diálogo no nível microscópico.

Os processos químicos estão sem dúvida presentes em nossas vidas, mas aprender química exige muito mais que a observação dos fenômenos, sejam estes naturais ou criados pelo homem.

Na química, como na vida em geral, nem sempre os fenômenos mostram a essência. É possível se dizer que na maioria das vezes *não* mostram. E no cotidiano as pessoas lidam com as coisas num nível fenomenológico, até porque seria impossível viver adotando constantemente uma atitude questionadora e argüidora. Há registros de que o homem produz bebidas alcoólicas há vários milhares de anos, muito antes de se questionar a natureza da fermentação alcoólica; da mesma forma, não pensamos na desnaturação das proteínas quando fazemos uma omelete. Pensando no conhecimento químico, e considerando que processos químicos acontecem a todo momento em nossas vidas, é possível afirmar que aprendemos química constantemente, mas num nível fenomenológico de conhecimento: o conhecimento *empírico*, que desenvolve um vasto campo de capacidades intelectuais, mas expressa a existência das coisas nas categorias de *quantidade, qualidade, propriedade, medida*. O conhecimento empírico não conduz o pensamento à cognição da *identidade*, da *essência*, da *causalidade*. Isto só é feito pelo pensamento *teórico*. Segundo Davídov, “o conteúdo do pensamento teórico é a existência mediada, refletida, essencial” (Davídov, V., 1988, p. 125). Nesse nível, o objeto reflete-se desde o ponto de vista dos nexos e regularidades obtidos não somente pela via experimen-

Ao explicar a dissolução, em nenhum momento o estudante menciona a natureza das partículas como fator condicionante dessa interação

Se o ensino de soluções priorizou os aspectos quantitativo e macroscópico, não era de se esperar que os alunos entendessem, por exemplo, o papel da água na dissolução

tal, mas também pelos resultados obtidos pelo pensamento num sistema de signos.

Muitas investigações têm sido feitas nos últimos anos e demonstram que os alunos têm, muitas vezes, idéias que não coincidem com o que é ensinado a respeito de conceitos químicos fundamentais, mas era de se esperar o contrário? Como pretender que o aluno compreenda a descontinuidade da matéria, por exemplo, quando o mundo fenomenológico onde vive não lhe dá

Muitas investigações têm sido feitas nos últimos anos e demonstram que os alunos têm idéias que não coincidem com o que é ensinado a respeito de conceitos químicos fundamentais, mas era de se esperar o contrário?

nenhuma evidência disso? Se o fenômeno mostra e ao mesmo tempo esconde a essência das coisas, se essa essência é mediada pelo pensamento humano, conclui-se que promover o pensamento teórico significa ir além das manifestações empíricas e questionar as causas, a origem, o desenvolvimento dos fatos, num esforço intelectual que dificilmente os alunos realizarão sozinhos. Esta é certamente uma função da escola e, principalmente, do professor.

Agustina Rosa Echeverría é bacharel, licenciada e mestra em química pela Universidade da Amizade dos Povos, Moscou, doutora em educação pela Unicamp e docente de ensino médio na Escola Técnica Federal de Goiás.

Para saber mais

ECHEVERRÍA, A.R. *Dimensão empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito soluções no ensino médio*. Tese de doutorado. Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1993.

CACHAPUZ, A.F., MARTINS, I.P. *Language in Chemistry learning: a study of pupils' conceptions of acid/base reactions*. Artigo de circulação interna, 1988.

DAVÍDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

KOSIK, K. *Dialética do concreto*. São Paulo: Paz e Terra, 1989.

VIII Encontro Nacional de Ensino de Química / VIII Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química e Ciências

De 22 a 26 de julho será realizado no campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, o VIII ENEQ e o VIII ECODEQC, cujo tema é a química e a formação do cidadão. Constam da programação palestras, minicursos, mesas-redondas e grupos de trabalho, todos voltados para as questões de ensino de química e de ciências. Para maiores informações sobre a programação, entre em contato com a coordenadora do evento, profa. Maria Celina Aydos, tel. (067) 787-5314 ou e-mail eneq@det.mfms.br

3º SBPC - Jovem

Entre 7 e 12 de julho de 1996, a PUC - São Paulo estará sediando a 48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Juntamente com sua versão Senior, ocorrerá a 3ª SBPC - Jovem. O tema escolhido para este ano é "Ciência para o Progresso da Sociedade Brasileira".

A versão jovem destina-se a um público de professores e alunos de 1º e 2º graus. Além de várias atividades culturais, como apresentações de teatro e dança, a programação científica inclui:

- ✓ mostras de vídeos e informática;
- ✓ oficinas e minicursos;
- ✓ conferências;
- ✓ apresentação de trabalhos na forma de painéis e sessões coordenadas;
- ✓ feira de ciências.

Para informações e inscrições, o endereço é:

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

SBPC - Jovem

Faculdade de Comunicação e Filosofia

At. Profa. Marisis A. Camargo

Rua Monte Alegre, 984 - São Paulo - Capital

CEP 05014-001

Tel: (011) 629598

Fax: (011) 624920

e-mail: reit@puc001.pucsp.anp.br

Informações via WWW: <http://allchemistry.iq.usp.br/agregando/grandeprotenac.html>

XVI EDEQ - Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

Estará acontecendo na Universidade de Santa Cruz do Sul, RS, de 24 a 26 de outubro de 1996, o XVI Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. O evento é coordenado pelo Departamento de Química e Física da UNISC e tem como tema a "Integração do Ensino de Química na América Latina", tendo como público alvo professores e acadêmicos de Química. O evento contará com a participação de representantes de vários países da América Latina.

Os interessados em apresentar trabalhos devem encaminhar resumos até o dia 28 de julho de 1996 ao Departamento de Química da UNISC. O valor da inscrição é de R\$15,00 até 28/9 e R\$20,00 após essa data. Maiores informações com os professores Nádia, Rosana ou Wolmar, fone (051) 713-1011, ramal 63; e-mail rosana@unisc.br

* * *