

## Reações Envolvendo Íons em Solução Aquosa: Uma Abordagem Problematizadora para a Previsão e Equacionamento de Alguns Tipos de Reações Inorgânicas

Ana Luiza Petillo Nery, Rodrigo Marchiori Liegel e Carmen Fernandez

A maior parte dos livros didáticos classifica as reações inorgânicas de precipitação, neutralização e formação de produtos instáveis ou voláteis como “dupla troca”, deixando a falsa impressão de que qualquer mistura pode dar origem a uma reação química. Muitas vezes, o aluno acaba entendendo o fenômeno como o simples rearranjo de fórmulas, sem compreender o real significado do que ocorre. Neste artigo, descrevemos uma atividade para o desenvolvimento do tema “reações químicas em soluções aquosas” por meio da resolução de um desafio apresentado aos alunos.

► dupla troca, transformações, reações inorgânicas ◀

Recebido em 29/9/04; aceito em 14/3/06

14

**A** Química apresenta uma grande dificuldade, que é a de lidar com conceitos muito abstratos e exigir dos estudantes, muito precocemente, o domínio de uma nova linguagem, normalmente difícil para um novato na área (Ben-Zvi *et al.*, 1987).

Muitos termos empregados na Ciência apresentam significados bastante distintos do senso comum. Como exemplo corriqueiro em Química, podemos citar a palavra “equilíbrio”. No senso comum, equilíbrio remete à imagem de igualdade, como os pratos de uma balança quando carregam pesos equivalentes. Em Química, porém, essa igualdade de pesos do senso comum é freqüentemente confundida com igualdade de quantidades de reagentes e produtos na reação em equilíbrio. De particular importância é o conceito de transformação química, sendo este associado a inúmeras concepções alternativas por parte dos estudantes. Suas explicações científicas são, muitas vezes, baseadas em intuições, em vez de se valerem de novos conceitos científicos aprendidos em sala de aula (Ahtee e Varjola, 1998).

Muito embora alguns usem o termo “transformação” em suas explicações de fenômenos naturais, eles nem sempre entendem que reações químicas

envolvem a formação de novas substâncias (produtos) a partir do consumo de substâncias presentes no sistema inicial (reagentes). A dificuldade aumenta para a compreensão do modelo atômico molecular, que considera a ocorrência de um rearranjo dos átomos presentes nos reagentes para formar novos agregados atômicos que compõem os produtos. Quando se trata de reações em solução aquosa, a situação se complica ainda mais, pois envolve o domínio de uma série de conceitos, como íons, moléculas, átomos, elementos etc.

Além do entendimento prático, observável, do que vem a ser uma transformação química, existe um problema adicional, que é o de lidar com a representação da mesma. Apesar de parecer muito óbvia para quem domina a área, para muitos estudantes a representação de uma reação química

os que ficam pelo meio do caminho, memorizando regras e aprendendo algoritmos sem significado útil. Muitas vezes, cria-se a impressão de que há dois mundos separados: o da observação da transformação e o da representação da mesma, sendo que, para o aluno, não há interligação entre eles.

Nos livros didáticos convencionais observa-se, relativamente, muito pouco espaço dedicado a explicar o que são as reações químicas e como elas são representadas por equações (Hesse e Anderson, 1992). Normalmente, tais livros fornecem uma versão condensada de conceitos complexos

usando definições que se resumem a uma ou duas frases (Ahtee e Varjola, 1998). Sendo assim, a concepção que os alunos desenvolvem desses conceitos é muito fragmentada e se resume a, no máximo, essas duas frases. Isto, quando o aluno compreende o

Alguns alunos usam o termo “transformação” em suas explicações de fenômenos naturais, mas nem sempre entendem que reações químicas envolvem a formação de novas substâncias (produtos) a partir do consumo de substâncias presentes no sistema inicial (reagentes)

que significam.

Em teoria, parece haver pouco para explicar. A idéia de que reações químicas envolvem o rompimento de

ligações entre os átomos das moléculas dos reagentes e sua posterior recombinação formando novas moléculas pode ser apresentada numa única sentença, e as regras para escrever e balancear equações químicas são relativamente simples e diretas (Hesse e Anderson, 1992). Entretanto, é fato que as definições diretas não bastam, dadas as dificuldades apresentadas pelos estudantes. A representação da reação eleva o problema a um segundo nível de dificuldade. Sendo assim, as equações químicas têm muito menor significado para os estudantes de Química do que para os químicos, mas é importante considerar que, para entender o conceito de reação química, os alunos precisam diferenciar conceitos, tais como os de elemento, substância, mistura, átomo e molécula. Eles precisam entender uma reação química como um processo em que novas substâncias são formadas, concomitantemente ao consumo das substâncias iniciais. Buscam-se processos de significação conceitual que contemplem a exploração de fenômenos pela análise de evidências sobre as propriedades dos sistemas inicial e final e a constatação das diferenças. O modelo explicativo para a transformação química sugere um rearranjo dos átomos presentes nas substâncias reagentes, decorrente da ruptura de ligações químicas nas moléculas dos reagentes e formação de novas ligações nos produtos (Ahtee e Varjola, 1998).

Outro problema com esse conceito é a dificuldade de compreender a natureza dinâmica das reações, o que não se consegue por meio do uso de livros didáticos, nem por métodos mais tradicionais de ensino. Sem essa idéia de dinamicidade das reações, o aluno realmente não compreende o conceito e, muito provavelmente, transmitirá essa dificuldade para outros tópicos dentro da disciplina.

A idéia de transformação química aparece, em geral, nos primeiros capítulos dos livros didáticos tradicionais. Normalmente, usa-se alguma foto mostrando a queima de papel, a chama de uma vela, um prego enferrujado, um comprimido efervescente em água etc. Essas transformações são, então,

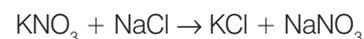
usadas para diferenciá-las de fenômenos físicos. As reações químicas são retomadas muitas páginas depois (não raro 100 páginas após), quando são classificadas. Isso ocorre depois de um percurso que envolve toda a estrutura atômica e as definições e classificações de funções químicas. Nesse ponto, as reações são classificadas em reações de síntese, decomposição, simples troca ou dupla troca (Peruzzo e Canto, 2002; Usberco e Salvador, 2002; Lembo, 2000; Novais, 1999; Feltre, 1996).

Neste trabalho vamos nos deter ao tratamento dado pelos livros didáticos às reações químicas, mais especificamente à sua classificação como *dupla troca*, presente na maior parte dos livros disponíveis no mercado (Peruzzo e Canto, 2002; Usberco e Salvador, 2002; Lembo, 2000; Novais, 1999; Feltre, 1996). Tal classificação baseia-se no dualismo eletroquímico de Berzelius (1812), que propunha que as substâncias resultavam da combinação entre pares, com uma das partes positivamente carregada e a outra apresentando carga negativa (Lopes, 1995). Segundo Berzelius, tanto as reações de dupla troca como as de deslocamento ocorreriam porque um radical mais eletropositivo deslocaria o radical menos eletropositivo. Todavia, quando utilizamos tais classificações, estamos simplesmente ignorando a teoria de dissociação eletrolítica de Arrhenius (1883), que impõe restrições a esse

tipo de classificação por considerar que as espécies em solução estão dissociadas, não havendo trocas ou deslocamentos, mas *combinações entre íons* para formar, por exemplo, substâncias voláteis ou sais pouco solúveis (Mortimer *et al.*, 2000; Lopes, 1995). Lopes (1995) adverte que, com isso não só mantemos nossos alunos com conhecimentos obsoletos, como também contribuímos para as dificuldades de compreensão das espécies iônicas e dos processos de equilíbrio. Não se dá ênfase à formação de novas substâncias como consequência do consumo de reagentes e à energia

envolvida no processo. Os processos de dissociação iônica e ionização não são correlacionados. Mesmo o uso de tabelas de solubilidade é pouco enfatizado. Além disso, praticamente não há sugestões de atividades experimentais.

Um problema ainda mais grave é o fato de muitos alunos acreditarem que quaisquer misturas de reagentes devem levar à ocorrência de reações químicas. Muitos sequer refletem sobre os conceitos envolvidos em uma transformação química e representam automaticamente a *dupla troca*. Afinal de contas, a mecanização induz o aluno a prever, por exemplo, a reação impossível entre nitrato de potássio e cloreto de sódio:



Um dos maiores desafios enfrentados pelos professores ao trabalhar esse tema refere-se ao desenvolvimento de estratégias didáticas que evitem mecanização do processo, reduzindo o estudo das transformações químicas a um simples processo mecânico de reorganização de fórmulas, que em nada contribuem para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Neste artigo descrevemos uma atividade utilizada com alunos da 2ª série do Ensino Médio de escolas da rede privada de ensino, com intuito de eliminar, ou pelo menos minimizar as idéias de reações de precipitação, neutralização e formação de ácidos ou bases fracos como um mero deslocamento de íons, idéia esta fruto de um ensino tradicional impregnado de termos obsoletos, entre eles a *dupla troca*.

## Metodologia

A atividade priorizou o trabalho dos alunos em grupo, em busca da solução para um problema.

### Parte 1: Introdução do tema

#### a) Dissociação iônica e ionização

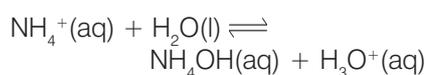
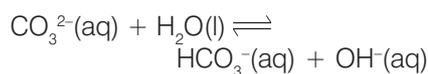
Para a compreensão das reações químicas em solução aquosa é necessário o conhecimento dos fenômenos de dissociação iônica e ionização. Um

Para entender o conceito de reação química, os alunos precisam diferenciar conceitos, tais como os de elemento, substância, mistura, átomo e molécula

experimento clássico e ilustrativo consiste em testar a condutância de diversas soluções aquosas e algumas substâncias puras com auxílio de uma lâmpada. Vários livros didáticos apresentam sugestões de experimentos e de aparelhos para verificar a condutância de materiais. (Peruzzo e Canto, 2002; Usberco e Salvador, 2002; Novais, 1999). Além disso, a discussão sobre as propriedades da água – polaridade, capacidade de estabelecer ligações de hidrogênio e o processo de solvatação de íons em solução aquosa –, descrita de forma bastante didática por Silva *et al.* (2001), se apresenta como um recurso eficiente para a introdução do tema.

#### b) Reações de neutralização

Soluções ácidas, neutras e alcalinas foram identificadas por meio de indicadores ácido-base. As propriedades dos ácidos e das bases foram atribuídas à presença dos íons  $H^+$  e  $OH^-$  em solução aquosa, respectivamente, conforme o modelo de Arrhenius. Com auxílio da avaliação da condutância foi possível caracterizar ácidos e bases fracos. Soluções aquosas contendo cátions de bases fracas ( $NH_4^+$ ) foram identificadas como ácidas com o uso de indicadores, assim como soluções aquosas contendo ânions de ácidos fracos ( $CO_3^{2-}$ ) foram identificadas como alcalinas. A discussão da força de ácidos e bases auxilia a compreensão do porquê de tais substâncias não apresentarem pH neutro, mesmo antes da abordagem do conceito de equilíbrio químico. Discute-se com os alunos, de forma qualitativa, a tendência à hidrólise desses cátions e ânions (Kotz, 2002).



As reações de neutralização foram estudadas misturando-se os ácidos

e bases disponíveis, verificando-se o consumo dos íons  $H^+$  e  $OH^-$  através da mudança de cor de diferentes indicadores ácido-base: fenolftaleína, papel de tornassol, azul de bromotimol, ou ainda extratos de repolho roxo ou beterraba.

#### c) Reações de precipitação

A estratégia adotada para introduzir as reações de precipitação evitando-se a mecanização foi a de fornecer aos alunos quatro soluções aquosas de, por exemplo,  $NaNO_3$ ,  $BaCl_2$ ,  $CuSO_4$  e  $Na_2SO_4$  (note-se que o experimento também pode ser realizado de forma demonstrativa). A combinação duas a duas dessas soluções só resulta em formação de precipitado se houver a presença de íons  $Ba^{2+}$  e  $SO_4^{2-}$ . Após essa verificação experimental, apresenta-se uma tabela de solubilidade, sendo observado que a única combinação de íons, dentre as possíveis, que resulta em composto insolúvel é a que leva à formação de  $BaSO_4$ .

Enfatiza-se assim a importância da tabela de solubilidade na previsão de ocorrência das reações de precipitação. Além disso, esse procedimento facilita a introdução da equação iônica para representar os processos.

Uma prática alternativa é o teste de uma série de soluções, enquanto os alunos prevêem a ocorrência ou não de precipitação. Os alunos são informados sobre a identidade dos reagentes (soluções) “misturados” e solicitados a prever e equacionar as reações de formação de produtos insolúveis, como, por exemplo, formação de cloreto de prata, sulfato de bário e carbonato de cálcio.

Durante as discussões é aconselhável evitar a utilização da expressão dupla troca, dando ênfase aos processos de dissociação iônica dos sais envolvidos.

Solicitar que os alunos utilizem representações para explicar os fenômenos observados pode auxiliar o professor a detectar dificuldades e

tentar ajudá-los a superá-las.

#### d) Reação de formação de produto instável ou volátil

Neste caso, pode ser demonstrada a reação entre ácido clorídrico e carbonato de sódio, chamando-se a atenção para a efervescência observada no sistema. A reação entre solução aquosa de hidróxido de sódio e solução aquosa contendo cátions amônio também pode ser demonstrada verificando-se a eliminação da amônia ( $NH_3$ ) com papel de tornassol vermelho umedecido, na boca do tubo de ensaio.

Os três tipos de reação podem ser generalizados como tendo ocorrido devido à associação de íons que são retirados da solução em consequência da formação de substâncias pouco dissociadas (insolúveis) ou ionizadas (ácidos e bases fracos ou instáveis e água). Essa seria a “força” dirigente das reações.

Para a realização adequada da atividade, ou seja, para que o aluno sintase capaz de resolver o problema proposto, é fundamental que os conceitos das reações de neutralização, de precipitação e de formação de produto volátil tenham sido desenvolvidos de maneira a não enfatizar a mecanização das equações. Além disso, os alunos devem saber utilizar os indicadores ácido-base para identificar soluções alcalinas, ácidas e neutras.

### Parte 2: Situação problema

As turmas foram divididas em grupos de dois ou três alunos, para os quais foi apresentado o problema apresentado no Quadro 1.

Os alunos devem ser orientados para propor um procedimento em que se utilize o menor número de testes possíveis para se identificar todas as amostras. Simplesmente testar todas as reações a cada par de soluções não é adequado por uma questão de tempo, custo e praticidade.

Geralmente, a solução encontrada pelos alunos é preparar procedimentos em forma de fluxogramas em que cada teste permite a eliminação de algumas possibilidades ou a identificação da solução.

Por exemplo, testam-se todas as soluções problema com papel de tornassol azul e vermelho, separando-se

Para que o aluno sintase capaz de resolver o problema proposto, é fundamental que os conceitos das reações de neutralização, de precipitação e de formação de produto volátil tenham sido desenvolvidos de maneira a não enfatizar a mecanização das equações

### Quadro 1: Enunciado do problema que os alunos tiveram de resolver

Existem 12 amostras não identificadas formadas cada uma delas por soluções aquosas das seguintes substâncias: hidróxido de bário, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico, cloreto de bário, nitrato de bário, sulfato de sódio, carbonato de sódio, cloreto de sódio, nitrato de sódio e iodeto de potássio. Cada grupo receberá oito frascos contendo soluções diferentes, identificadas por um código, sendo que receberá pelo menos dois ácidos e duas bases. Durante a aula deverá executar testes para identificar cada uma das amostras recebidas, tendo à disposição apenas uma pisseta com água destilada, tubos de ensaio, papel de tornassol azul e vermelho, uma solução identificada de nitrato de chumbo(II), uma tabela de solubilidade e um procedimento previamente elaborado pelo grupo. Cada identificação deve ser justificada por um procedimento inequívoco acompanhada das respectivas equações iônicas dos testes realizados.

as soluções em alcalinas, neutras e ácidas. As soluções ácidas podem ser testadas com o nitrato de chumbo(II) aquoso, sendo que a não ocorrência de precipitação identifica a solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). O teste das soluções neutras com o nitrato de chumbo(II) aquoso pode identificar o iodeto de potássio (se for verificada a formação do precipitado amarelo característico) e auxiliar na separação dos sais em dois grupos: aqueles que não precipitam – nitrato de sódio e de bário – e aqueles que formam precipitado frente à adição desse reagente. As soluções ácidas e neutras que formarem precipitado branco com o nitrato de chumbo(II) deverão passar por outros testes, já se descartando a possibilidade de serem  $\text{HNO}_3$  e  $\text{KI}$ . Há um bom grau de sofisticação se o grupo perceber que não há necessidade de testar as soluções alcalinas com a solução aquosa de nitrato de chumbo(II), pois resultarão sempre em precipitado branco. A grande maioria percebe que “misturados” ácidos e bases, dois a dois, apenas a reação entre  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  dará origem a um precipitado, dado este que lhes permite a identificação das soluções ácidas e alcalinas.

A atividade experimental apresenta uma dificuldade extra: o procedimento é elaborado para 12 substâncias, sendo que algumas delas, após identificação, são utilizadas nas etapas posteriores; todavia os alunos recebem apenas oito amostras. Existe uma combinação em que não é possível identificar todas as soluções e os grupos que chegam a essa conclusão mostram excelente domínio da atividade, mas isso não ocorre com a maioria. De qualquer forma, para evitar tal situa-

ção, é necessário garantir a presença de íons  $\text{Ba}^{2+}$  e ou  $\text{SO}_4^{2-}$  nas soluções problema.

Existem dois encaminhamentos possíveis para essa atividade, sendo adequados conforme a autonomia dos alunos na elaboração e execução de procedimentos de laboratório.

O primeiro encaminhamento divide o processo em duas etapas. Na primeira etapa os alunos elaboram um procedimento de identificação das soluções, justificando-o através do equacionamento de todas as reações químicas possíveis envolvidas. O procedimento é então entregue ao professor ao final da aula e uma cópia é mantida com o grupo.

A atividade experimental é executada na aula subsequente, uma semana após o planejamento. Durante esse intervalo de tempo, o professor analisa os procedimentos propostos, fazendo alguns comentários e, em alguns casos, pedindo para que os alunos re-elaborem algumas etapas, chamando atenção para as falhas de raciocínio que podem conduzir a conclusões falsas. Em momento algum a resposta para as questões deve ser fornecida, mesmo porque o problema não apresenta uma única solução, mas sim, deve-se efetuar comentários com relação ao procedimento, procurando discutir as falhas apresentadas.

No outro encaminhamento, que pressupõe maior autonomia, é apresentado um exemplo de fluxograma como procedimento para resolver um problema mais simples, como identificar três soluções desconhecidas diferentes das disponíveis no problema original. Em seguida, os alunos têm uma semana para preparar o procedimento

e executar o experimento, anexando-o às identificações das amostras.

### Considerações finais

Ambos os encaminhamentos se mostraram muito adequados para o desenvolvimento do tema. Os alunos aprendem a equacionar e balancear reações, utilizar tabelas de solubilidade e indicadores ácido-base como um recurso para a resolução de um problema, e não um simples processo mecânico e sem sentido. Não são necessários equipamentos sofisticados para laboratório, somente tubos de ensaio e papel de tornassol. Geralmente, a disponibilidade de reagentes não é problema – utilizando-se soluções diluídas (0,1 mol/L e 0,5 mol/L) – e o gasto com reagentes é pequeno. Alguns podem ser adquiridos em farmácias, supermercados e lojas de material para construção. É por isso que, apesar de desenvolvido e utilizado na rede privada de ensino, o experimento pode também ser adaptado para escolas públicas. Na ausência das 12 soluções, pode-se partir para a elaboração de procedimentos com um número menor de reagentes.

Ao propor esta atividade, partimos do pressuposto que ensinar o aluno a resolver problemas consiste não apenas em mostrar um conjunto de procedimentos eficazes para se chegar a uma solução imediata, mas em criar o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema, para o qual deve-se encontrar alternativas plausíveis e adequadas. O problema aqui descrito apresenta características mais próximas àqueles enfrentados na vida real, pois, por não apresentar uma única solução possível, requer do aluno a capacidade de pensar criticamente, propor soluções e avaliá-las. Todas essas habilidades, inseridas no contexto do estudo das transformações químicas e equacionamento de reações, facilitam a compreensão da Química, despertando o interesse dos alunos e fornecendo ao professor subsídios para o encaminhamento do curso.

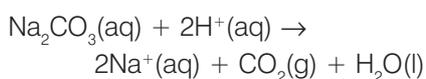
É notável o envolvimento e o interesse dos alunos durante todo o processo, principalmente durante a

atividade experimental. Todos se sentem atuantes no laboratório, verificando se as suas previsões realmente se confirmam. Alguns chegaram a propor soluções em forma de fluxogramas, os quais os auxiliam no desenvolvimento do trabalho experimental. Contudo, a maioria optou pela elaboração de guias experimentais. Embora tenham sido apresentadas diversas estratégias de resolução, de uma forma geral, as soluções propostas envolviam os seguintes passos:

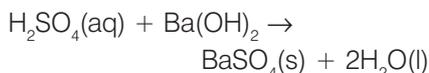
1. Classificação das substâncias em ácidas, básicas e neutras, com o uso de papel tornassol.

2. Adição de ácido às soluções classificadas como básicas.

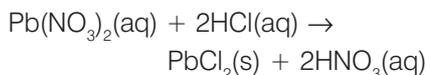
A efervescência permite identificação da solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :



A mistura que conduz à formação de precipitado permite a identificação do  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Conseqüentemente, o  $\text{NaOH}$  está identificado:

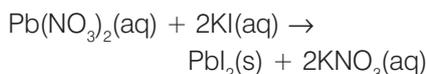


3. Utilização de solução de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  para identificação de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$ :



4. Adição de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ao grupo das soluções neutras.

a) Identificação da solução de  $\text{KI}$ :

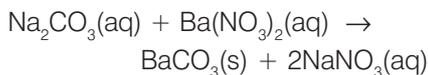
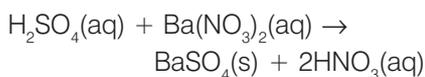


b) Separação dos sais em dois grupos:

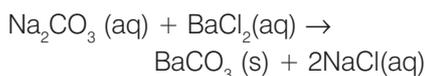
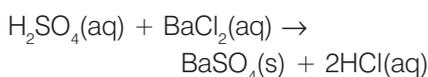
i) grupo 1: aqueles que não reagem com  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ :  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{NaNO}_3$ ;

ii) grupo 2: aqueles que precipitam com  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$  e  $\text{NaCl}$ .

5. Adição de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ou  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (se houver) aos sais do grupo 1. Apenas  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  reage formando precipitado:



6) Adição de ácido sulfúrico ou  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (se houver) aos sais do grupo 2. Apenas  $\text{BaCl}_2$  reage:



Se, por acaso, não houver nem solução de carbonato de sódio nem de ácido sulfúrico entre as amostras problema, pode-se utilizar a solução identificada de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  para detectar a presença de íons  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  no grupo 2.

É possível combinar as amostras do grupo 2 entre si e as amostras do grupo 1 com 2, buscando identificar a presença de íons  $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$  e  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ .

Percebe-se o refinamento da preparação realizada pelos alunos se eles conseguem propor a seqüência de testes em função da detecção de algumas amostras-chave, como  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ou  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Um bom trabalho vislumbra todas as combinações possíveis e sugere um procedimento para cada alternativa.

Muitos alunos apresentam sérias dificuldades na otimização do procedimento. Contudo, ao final do processo, a maioria demonstra bom domínio dos conceitos, sendo capaz de discutir estratégias propostas, prever a ocorrência de reações e equacioná-las com auxílio de tabelas de solubilidade e forças de ácidos e bases. A atividade mostra-se bastante eficiente na consolidação dos conceitos de dissociação iônica e ionização.

**Ana Luiza Petillo Nery** (ananery@estadao.com.br), licenciada/bacharel em Química e doutora em Ciências (Química Orgânica) pela USP, é professora da Escola Vera Cruz, em São Paulo - SP. **Rodrigo Marchiori Liegel** (rmliegel@uol.com.br), licenciado/bacharel em Química, mestre em Química Inorgânica e doutor em Ciências (Química Inorgânica) pela USP, é professor do Colégio Santa Cruz e

da Escola Móvil, em São Paulo - SP. **Carmen Fernandez** (carmen@iq.usp.br), licenciada/bacharel em Química, mestre em Química Orgânica e doutora em Ciências (Química Orgânica) pela USP, é docente do Instituto de Química da USP.

## Referências bibliográficas

AHTEE, M. e VARJOLA, I. Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, v. 20, p. 305-316, 1998.

BEN-ZVI, R.; EYLON, B.-S. e SILBERSTEIN, J. Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, p. 117-120, julho 1987.

FELTRE, R. *Fundamentos de Química*. 2ª ed. Moderna: São Paulo, 1996. v. único.

HESSE, J.J. e ANDERSON, C.W. Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, p. 277-299, 1992.

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1.

LEMBO, A. *Química: Realidade e contexto*. Ática: São Paulo, 2000. v. único.

LOPES, A.C. Reações químicas: Fenômeno, representações e transformações. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 7-9, 1995.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. e ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, p. 273-283, 2000.

NOVAIS, V.L.D. *Química*. Atual: São Paulo, 1999. v. 1.

PERUZZO, F.M. e CANTO, E.L. *Química: Na abordagem do cotidiano*. 2ª ed. Moderna: São Paulo, 2002. v. único.

SILVA, E.R.; NÓBREGA, O.S. e Silva, R.R.H. *Química: Transformações e energia*. Ática: São Paulo, 2001. v. 2.

USBERCO, J. e SALVADOR, E. *Química*. 5ª ed. Saraiva: São Paulo, 2002. v. único.

## Para saber mais

ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Trad. I. Caracelli. Porto Alegre: Bookman, 2001.

TAN, K.C.D.; GOH, N.K. e CHIA, L.S. Major sources of difficulty in students' understanding of basic inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, v. 81, p. 725-732, 2004.

**Abstract:** Reactions Involving Ions in Aqueous Solution: A Problematising Approach for the Prediction and Equating of Some Types of Inorganic Reactions – The majority of textbooks classifies the inorganic reactions of precipitation, neutralization and formation of unstable or volatile products as “double displacement” reactions, leaving the false impression that any mixture can lead to a chemical reaction. Many times the student ends up understanding the phenomenon as a simple rearrangement of formulas, without understanding the real meaning of what goes on. In this article, an activity for the development of the theme “chemical reactions in aqueous solutions” through the resolution of a challenge presented to the students is described.

**Keywords:** double displacement, transformations, inorganic reactions