



# Um Experimento Simples Envolvendo Óxido-Redução e Diferença de Pressão com Materiais do Dia-a-Dia

Wilmo Ernesto Francisco Junior e Roberto Seiji Dochi

As reações de óxido-redução representam um conjunto de fenômenos comumente observados no dia-a-dia, o que possibilita uma abordagem contextualizada na qual os conceitos físico-químicos envolvidos podem ser discutidos conjuntamente às suas implicações sociais. Com base nesse propósito, este artigo apresenta um experimento de óxido-redução simples, rápido e que pode ser realizado com materiais de fácil obtenção, discutindo algumas atividades que podem ser desenvolvidas com os alunos.

► reações de óxido-redução, diferença de pressão, dia-a-dia ◀

Recebido em 6/6/05, aceito em 13/2/06

Os fenômenos físicos e químicos estão presentes em todas as fases da vida do ser humano, do primeiro ao último instante. Logo, uma das grandes preocupações do Ensino de Ciências hoje em dia, retratada por documentos oficiais (MEC - Brasil, 2000), é o elo desses fenômenos vivenciados no dia-a-dia e suas respectivas implicações sociais com os conhecimentos teóricos neles implícitos e que devem ser adquiridos durante o processo de ensino-aprendizagem.

As reações de óxido-redução representam um dos principais e mais comuns fenômenos observados no dia-a-dia. Quem nunca se deparou com a ferrugem de uma esponja de lavar louças, da lataria de um carro, com a corrosão do ferro no concreto em muros e de tubulações ou com o escurecimento de frutas e legumes (Carvalho *et al.*, 2005)? Além destes, outros tantos exemplos de reações de óxido-redução ocorrem frequentemente nos mais diversos setores da sociedade, provocando consideráveis prejuízos econômicos e até acidentes que envolvem perda de vidas humanas (Gentil, 1996). Devido a esta relevância, é sempre importante que os conceitos químicos relacionados a reações de óxido-redução sejam abordados de forma mais próxima da vida dos alunos, facilitando o desenvolvimento não só da aprendizagem, mas de habilidades básicas, como destacado por San-

tos e Schnetzler (1996, p. 30): “Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de Química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conhecimento químico com o cotidiano do aluno, conclusão essa enfatizada pelos educadores como sendo essencial para o ensino em estudo. Além disso, os temas químicos permitem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania (...), pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes”.

Aliada a isto, a experimentação é outra prática importante, pois motiva e ajuda os estudantes a compreender e elaborar tanto os pensamentos quanto os conhecimentos científicos, principalmente devido ao seu caráter investigativo. Quando bem conduzida e estruturada em bases epistemológicas claras, a experimentação surge como exercício imprescindível na atividade docente em Química.

*A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, (...) fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entre-meios da investigação.* (Gordan, 1999, p. 44)

Com base nessas premissas, apresenta-se um experimento simples e

rápido que utiliza materiais e reagentes do dia-a-dia para a abordagem de alguns assuntos relacionados à Química e à Física, além de sugestões a respeito da realização de debates e discussões em âmbito multidisciplinar e contextualizado.

## Material e métodos

- Uma seringa plástica de volume igual ou superior a 10 mL
- Um pedaço de esponja de aço para lavar louças
- Um bquer ou copo contendo água
- Vinagre

O procedimento e os materiais utilizados no experimento são simples, o que permite a realização pelos próprios alunos sem maiores riscos. Primeiramente, um pequeno pedaço da esponja deve ser embebido em vinagre por cerca de um minuto e sacudido para a retirada do excesso de vinagre. Em seguida, a esponja deve ser introduzida na seringa plástica (não a deixar próxima à extremidade inferior para que não haja interferência na medida do volume de água), que rapidamente deve ter a extremidade superior tapada pelo êmbolo e a inferior mergulhada na água contida no bquer ou copo, evitando deste modo o contato da esponja com o oxigênio do ar que não seja aquele de dentro da seringa. Em poucos instantes será observado um fenômeno realmente belo e interessante, a

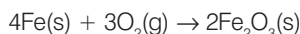
entrada da água na seringa e a elevação do seu nível, o que deve cessar em cerca de 20 min. Na Figura 1 mostra-se o experimento no estágio inicial, intermediário e final, respectivamente<sup>1</sup>.

### Algumas sugestões de atividades

Uma vez que, após o fim da reação, a esponja tem uma aparência bem diferente daquela da que foi introduzida na seringa, o professor pode começar pedindo que os alunos analisem, discutam e elaborem hipóteses sobre o que pode ter ocorrido, relacionando sobretudo os resultados observados com fenômenos do dia-a-dia, como a ferrugem de um portão ou da lataria de um carro. A partir disto, o professor pode se aproveitar de possíveis explicações alternativas que os alunos tenham e abordar a visão da Ciência sobre este fenômeno, introduzindo o tema de óxido-redução. Discussões e debates sobre as implicações sociais dos fenômenos de corrosão, dentre elas os gastos da sociedade no reparo ou substituição de materiais desgastados por processos oxidativos, além dos riscos de acidentes, são atividades bastante pertinentes para uma abordagem em contexto socioeconômico e que podem ser realizadas com auxílio do professor de Geografia.

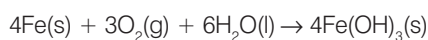
Com base no mesmo experimento é possível realizar o cálculo estequiométrico da massa de ferro que foi oxidada. Uma vez que se conhece o volume de água dentro da seringa, se conhece também a quantidade de oxigênio consumida na reação e, pela relação estequiométrica, pode-se calcular quanto de ferro sofreu oxidação. A reação de oxidação do ferro envolve várias etapas (Merçon *et al.*, 2004),

mas, para efeito apenas do cálculo da quantidade de ferro oxidada, pode ser utilizada a equação geral:

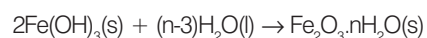


Apesar de o ambiente onde estiver sendo realizado o experimento não se encontrar nas CNTP – condições normais de temperatura e pressão – e, portanto, 1 mol de oxigênio não corresponder exatamente ao volume molar nas CNTP, essa aproximação pode ser feita a fim de se desenvolver os cálculos desejados, embora a ressalva seja válida, inclusive como forma de discussão das fontes de erro do método.

Vale também ressaltar que essa reação de oxidação do ferro ocorre apenas na presença de água, conforme mostra a equação, também simplificada, descrita abaixo:



Este hidróxido de ferro formado será então transformado em óxido férrico hidratado (ferrugem), também na presença de água:



Em outra etapa, uma atividade também interessante de ser trabalhada, e que foi, por muitos anos, foco de diversas discussões na literatura, sendo o presente método apontado como um dos mais confiáveis (Braathen, 2000), é o cálculo do teor de oxigênio no ar, que pode ser facilmente efetuado pela relação percentual entre o volume de água na seringa e o volume total da mesma. Embora se comprove a validade desse método para tal objetivo, outra discussão que ainda emerge é a função do ácido acético (presente no vinagre) na oxidação do ferro. Sabe-

se que sua principal função é a ativação da superfície da esponja pela remoção de óxidos; no entanto, a discussão sobre um possível papel catalítico dos íons acetato também é levantada por Braathen (2000).

Todavia, o que possivelmente chamará por demais a atenção dos alunos será a entrada de água na seringa, ocasionada pela diferença de pressão estabelecida entre o interior da seringa e o ambiente. Essa diferença de pressão, provocada pelo consumo de oxigênio durante a reação de oxidação do ferro presente na esponja, faz com que a pressão atmosférica “empurre” o líquido (no caso a água) para dentro da seringa. Logo, o professor de Física pode aproveitar o mesmo experimento para explorar esse fato e introduzir conceitos fundamentais de hidrostática, como pressão e diferença de pressão, também se aproveitando de possíveis explicações alternativas dos estudantes. Este fenômeno também pode ser relacionado a exemplos do dia-a-dia dos alunos, como o uso de canudinhos para se tomar sucos e refrigerantes. Aliás, uma outra prática interessante para abordar o tema, após este experimento, é pedir que os alunos tentem tomar a água de um copo com dois canudinhos, um dentro do líquido e outro fora. Discussões de cunho social também podem ser levantadas para se debater problemas relacionados à hipertensão, bem como o significado da pressão sanguínea e os efeitos provocados no organismo por súbitas alterações, discussões estas que podem ser auxiliadas pelo professor de Biologia.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos em cinco repetições do experimento utilizando-se uma seringa de volume igual a 10 mL. Com o volume de água medido<sup>2</sup> calculou-se a quantidade de oxigênio consumida na reação, a massa de ferro oxidada e o teor de oxigênio do ar. Além da temperatura e da pressão do ambiente, outras fontes de erro deste método estão no volume ocupado pela esponja dentro da seringa e na medida do volume de água. Entretanto, os resultados observados mostraram ter uma boa reprodutibilidade, sendo satisfatórios frente aos objetivos.

### Considerações finais

A simplicidade do experimento proposto permite sua realização em salas

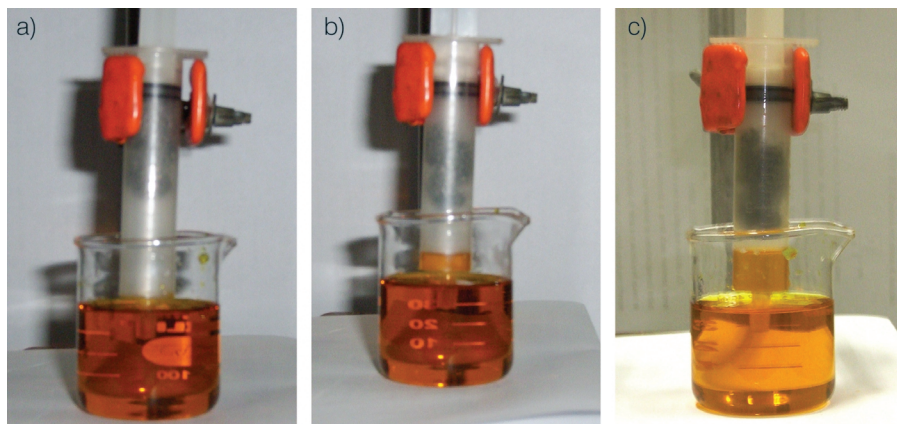


Figura 1. Montagens do experimento respectivamente no estágio inicial (a), intermediário (b) e final (c) da reação de oxidação da esponja.



de aula de qualquer escola brasileira, abrangendo um amplo espectro de assuntos que podem ser explorados. Além disso, ele pode gerar discussões a respeito de importantes relações da Química com aspectos sociais e com o dia-a-dia, abrindo espaço também para práticas multi ou interdisciplinares.

Apesar dos possíveis erros na determinação da massa de ferro oxidada e do teor de oxigênio no ar, os resultados observados mostraram ser reprodutivos, indicando que o experimento atende aos objetivos das atividades propostas. Igualmente, o professor pode aproveitar este fato para estimular o pensamento científico dos alunos, fazendo com que eles elaborem hipóteses sobre possíveis causas de erros, bem como alternativas capazes de diminuir este erro durante o experimento.

### Algumas questões para discussão

a. O que acontece com a esponja de aço? Porque ela adquire uma coloração diferente?

b. Qual reação química ocorre para que a esponja tenha sua aparência modificada? Escreva e faça o balanceamento estequiométrico dessa reação.

c. Qual o produto formado? Qual dos reagentes está em excesso na reação?

d. Calcule a quantidade de  $O_2$  consumida na reação, a quantidade de

Tabela 1: Resultados obtidos nas cinco repetições do experimento para o volume de água na seringa, a quantidade de oxigênio consumida na reação, a massa de ferro oxidada e o teor de oxigênio do ar.

| Volume de água / mL | Quantidade de $O_2$ que reagiu / mol | Massa de Fe oxidada / mg | Teor de $O_2$ no ar / % |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 2,3                 | $1,0 \times 10^{-4}$                 | 7,4                      | 23                      |
| 1,9                 | $8,5 \times 10^{-5}$                 | 6,3                      | 19                      |
| 2,1                 | $9,4 \times 10^{-5}$                 | 7,0                      | 21                      |
| 2,4                 | $1,1 \times 10^{-4}$                 | 8,2                      | 24                      |
| 2,0                 | $8,9 \times 10^{-5}$                 | 6,6                      | 20                      |

matéria e a correspondente massa de ferro que foi oxidada, bem como o teor de  $O_2$  no ar atmosférico.

e. Por que se observa a elevação do nível de água na seringa? Por que após certo instante o nível de água não se eleva mais?

f. Qual o papel do vinagre (ácido acético) na reação? O que aconteceria se o vinagre não fosse utilizado?

g. Por que não se consegue tomar um líquido de dentro de um copo com um canudinho dentro e outro fora desse líquido?

### Notas

1. Apenas para efeito de uma melhor visualização do experimento nas fotografias, foi utilizada uma solução de água com corante (suco de laranja em pó) e um suporte para prender a seringa, o que é desnecessário em sala de aula, pois a visualização é bem nítida.

2. O volume da água na seringa foi medido com uma proveta no intuito de

avaliar a reprodutibilidade do método; contudo, essa medida pode ser diretamente efetuada na seringa, ou indiretamente pela relação entre a altura da água e a altura da seringa.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores Oswaldo Garcia Júnior e Miguel Ruiz, ambos do Departamento de Bioquímica e Tecnologia Química do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em Araraquara (IQ-Unesp), e à Dra. Heloísa Andréa Acciari, pós-doutoranda do IQ-Unesp, pelas sugestões na elaboração deste trabalho.

**Wilmo Ernesto Francisco Junior** (wilmojr@bol.com.br), bacharel e licenciado em Química e mestre em Biotecnologia pelo IQ-Unesp, é ex-professor de Física do Curso Unificado do Campus de Araraquara (Cuca-Unesp). **Roberto Seiji Dochi** (rdochi@hotmail.com), bacharel em Química e mestrando em Química pelo IQ-UNESP, é ex-professor de Química do Cuca-Unesp.

### Referências bibliográficas

BRAATHEN, P.C. Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio do ar. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 43-45, 2000.

CARVALHO, L.C. de; LUPETTI, K.O. e FATIBELLO FILHO, O. Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 48-50, 2005.

GENTIL, V. *Corrosão*. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

MEC - BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas*

*tecnologias*. Brasília: MEC - Ministério da Educação, 2000.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C.; MAINAER, F.B. Corrosão: Um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 11-14, 2004.

SANTOS, W. e SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1996.

### Para saber mais

Sobre aspectos gerais do fenômeno de corrosão e da medida do teor de oxigênio no ar, os autores recomendam enfaticamente a leitura dos trabalhos de Merçon *et al.* (2004) e Braathen (2000), respectivamente.

PERUZZO, T.M. e CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moder-

na, 1993.

SANTOS, W. e SCHNETZLER, R.P. *Educação em Química: Compromisso com a cidadania*. 3ª ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.

### Na Internet

Um método semelhante para a determinação do teor de oxigênio está disponível em:

[www.ufv.br/cee/pec/Neicim/ead/experiencias.htm](http://www.ufv.br/cee/pec/Neicim/ead/experiencias.htm) (acesso 20/12/05).

Experimentos simples e explicações sobre pressão e diferença de pressão em diversas situações do dia-a-dia estão disponíveis em:

[www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/ensinomedio/experimentos/cap31/cap31\\_07.php](http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/ensinomedio/experimentos/cap31/cap31_07.php) (acesso 20/12/05).

[www.feiradeciencias.com.br/sala07/index7.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/index7.asp) (acesso 20/12/05).

**Abstract:** A Simple Experiment Involving Oxi-Reduction Reactions and Pressure Difference with Common Materials – Oxi-reduction reactions represent a set of phenomena commonly observed in daily life, thus allowing a contextualized approach in which the involved physicochemical concepts can be discussed along with their social implications. Taking this into account, this article presents a simple and quick oxi-reduction experiment that can be carried out with easily obtained materials, discussing some possible activities that can be done with the students.

**Keywords:** oxi-reduction reactions, pressure difference, daily life