

A Corrosão na Abordagem da Cinética Química

Thiago Santangelo Costa, Danielle Lanchares Ornelas, Pedro Ivo Canesso Guimarães e Fábio Merçon

O emprego de temas com caráter interdisciplinar na tentativa de contextualização do ensino de Química com o cotidiano social vem ganhando destaque atualmente. O presente trabalho visa apresentar os resultados de uma aula experimental aplicada em turmas da segunda série do Ensino Médio, na qual, a partir do estudo cinético da reação de oxirredução do alumínio em meio ácido, fez-se uma interação entre ciência, tecnologia e sociedade.

► alumínio, aulas experimentais, cinética química, corrosão ◀

Recebido em 27/4/04; aceito em 31/10/05

A metodologia tradicional de ensino de Química na Educação Básica se destaca pela utilização de regras, fórmulas e nomenclaturas, gerando uma grande desmotivação entre os alunos. Soma-se a este fato a ausência de correlação desta disciplina com o cotidiano desses alunos, tornando a Química, que é uma ciência de natureza experimental, excessivamente abstrata. Esta é uma das questões evidenciadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999), onde se destaca que o ensino desta ciência está voltado para a transmissão de informações, definições e leis isoladas, não tendo uma interligação necessária com a vida do aluno.

Neste contexto, o emprego de atividades experimentais, voltadas para as aplicações práticas da Química, surge como opção relevante na busca de melhorias para o ensino desta ciência. Segundo Valadares (2001), propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade constituem uma das alternativas na construção de uma ponte entre o conhecimento ensinado na

sala de aula e o cotidiano dos alunos. De acordo com esse autor, o uso de protótipos e experimentos simples estimula os alunos a adotarem uma atitude mais crítica e empreendedora.

A falta de laboratórios equipados e, em muitos casos, de espaço físico apropriado, acaba por limitar a possibilidade de realização de aulas experimentais em grande parte das instituições de ensino do País. Outro fator determinante são os recursos financeiros, já que materiais e reagentes representam um gasto significativo. Desta forma, o emprego de materiais usuais pode minimizar os custos relacionados à aplicação de determinada atividade, ampliando a possibilidade de aplicação desta aula em um maior número de escolas.

Segundo Dias *et al.* (2003), a abordagem de aulas experimentais baseadas no cotidiano dos alunos permite que estes compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abran-

gente e integrada e, assim, possam julgar criticamente as informações universalizadas pela tradição cultural e, até mesmo, pela mídia.

Neste âmbito, o ensino de Química deve estar comprometido com o desenvolvimento total do aluno, já que aprender supõe a preparação do

indivíduo para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir por si mesmo frente às diferentes circunstâncias da vida. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Santos e Schnetzler (1996) apontaram que o estudo da Química exerce um papel fundamental para o desenvolvimento do caráter crítico dos alunos, o qual pode ser verificado na capacidade de tomada de decisões. Isto requer que o ensino desta ciência esteja contextualizado, ou seja, os

O emprego de atividades experimentais, voltadas para as aplicações práticas da Química, surge como opção relevante na busca de melhorias para o ensino desta ciência

A seção "Relatos de sala de aula" socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

conhecimentos químicos discutidos devem ser fundamentais para que o aluno possa participar ativamente da sociedade, tomando suas próprias decisões e consciente das consequências provenientes dos seus atos. Desta forma, ao abordar um tema cotidiano, pode-se fazer uma ponte entre o conhecimento químico e a realidade da sociedade, possibilitando uma maior participação crítica e fundamentada por parte dos alunos.

Como exemplo, pode-se citar a relação entre a metalurgia e a corrosão de metais, destacando sua evolução tecnológica e seus reflexos na sociedade, inclusive no tocante à viabilidade econômica e ambiental da reciclagem de metais. De uma maneira geral, pode-se considerar o “caminho inverso” do processo metalúrgico. Enquanto este promove a extração do metal a partir de seus minérios e de outros compostos, a corrosão induz a oxidação do metal, formando óxidos metálicos que, muitas vezes, são semelhantes aos minérios que originaram o metal.

Por ser espontâneo, na maioria dos casos, o processo corrosivo está constantemente presente nas transformações de diversos metais, comprometendo muitas propriedades, como durabilidade e desempenho. Desta forma, os gastos destinados aos reparos dos processos corrosivos, tanto em relação à reposição de materiais quanto à prevenção da corrosão, são cada vez mais elevados, principalmente em países mais desenvolvidos (Gentil, 1996).

No entanto, embora a corrosão promova danos causados pela deterioração de materiais, é importante ressaltar que esta também apresenta determinados aspectos positivos e de grande importância comercial e industrial, dentre os quais se tem:

- oxidação de peças de alumínio com formação de uma camada protetora constituída por óxido de alumínio (Al_2O_3);
- fosfatização de superfícies me-

tálicas para melhorias na aderência de tintas;

- oxidação de aços inoxidáveis, com formação de óxido de cromo (Cr_2O_3), que a exemplo do Al_2O_3 também é uma película protetora.

Devido às suas propriedades, os metais são largamente empregados em utensílios e equipamentos presentes no dia-a-dia. Destes, nas últimas

décadas tem se observado o crescente uso do alumínio, principalmente em função de suas propriedades físicas. Por não se encontrar sob forma pura na natureza, o alumínio é obtido a partir da eletrólise ígnea da bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), seu minério mais comum. Entretanto, a quantidade de energia envolvida nessa transformação química é muito elevada, tornando o processo economicamente viável apenas em regiões com disponibilidade de energia elétrica a um baixo custo (Lee, 2000).

Essa questão econômica é a principal “incentivadora” da reciclagem deste metal, a qual representa uma economia de energia de aproximadamente 90% em relação ao processo eletrolítico. Logo, por se tratar de um material largamente empregado pela sociedade e que, devido a essa crescente utilização, requer uma produção constante, a reciclagem do alumínio é um fator primordial para a sua manutenção, além de estar diretamente relacionada às questões ambientais. Mesmo dispondo de reservas de bauxita, as vantagens econômicas da reciclagem fazem do Brasil um dos países que mais reciclam alumínio.

Essa questão econômica é a principal “incentivadora” da reciclagem deste metal, a qual representa uma economia de energia de aproximadamente 90% em relação ao processo eletrolítico. Logo, por se tratar de um material largamente empregado pela sociedade e que, devido a essa crescente utilização, requer uma produção constante, a reciclagem do alumínio é um fator primordial para a sua manutenção, além de estar diretamente relacionada às questões ambientais. Mesmo dispondo de reservas de bauxita, as vantagens econômicas da reciclagem fazem do Brasil um dos países que mais reciclam alumínio.

Atividades desenvolvidas

No presente trabalho pretende-se relatar a aplicação de uma aula experimental, utilizando material simples e de baixo custo, em que se procurou correlacionar os conteúdos programáticos da Química com suas implicações tecnológicas e estas com a sociedade. Como tema, selecionou-se a corrosão do alumínio, devido tanto ao seu crescente uso no cotidiano,

quanto à aplicação prática da corrosão na conceituação de velocidade de reação química e análise dos fatores que a afetam.

Esta aula foi aplicada em turmas da segunda série do Ensino Médio do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP/UERJ), sob a mediação do professor da turma e do aluno-mestre (licenciando em Química).

Resultados e discussão

Na Figura 1 são apresentados os principais materiais utilizados no desenvolvimento da aula. Sempre que possível, buscou-se o emprego de materiais de baixo custo e presentes no cotidiano dos alunos. Assim, papel alumínio e anéis de latas de refrigerantes foram as fontes de alumínio e soluções comerciais “limpa piso” proporcionaram o ácido clorídrico. É importante ressaltar que tubos de ensaio, béqueres e provetas podem ser substituídos por material alternativo, tal como garrafas de PET – poli(tereftalato de etileno) –, copos de vidro e embalagens de remédio transparentes. Por questões de segurança, os alunos vestiram guarda-pó, calça comprida e sapato fechado e as principais normas e procedimentos em laboratório foram discutidos com as turmas.

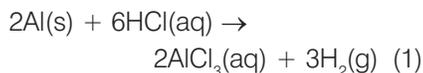
O primeiro conceito abordado foi o de velocidade de uma reação química, definida como a variação da quantidade de reagente ou produto ao longo do tempo de reação. Cabe destacar que, apesar do termo velocidade ser uma grandeza física relacionada com a variação de espaço em função de tempo e neste caso ser preferencial o uso de taxa de reação química, optou-se por manter a expressão velocidade de uma reação química por esta predominar nos livros didáticos e ser de uso corrente no Ensino Médio.

Como este foi o contato inicial dos alunos com a cinética química, foi preciso discutir as formas possíveis para se dimensionar este conceito. Tendo em vista que a reação realizada acarreta um desprendimento gasoso (H_2), conforme apresentado na Eq. (1), tomou-se como parâmetro a identifi-



Figura 1 - Material utilizado nos experimentos sendo manuseado pelos alunos.

cação visual de gás formado.



A Figura 2 ilustra esse processo químico. Mediante a observação do fenômeno, os alunos constataram a formação do gás na superfície do sólido e o conseqüente desprendimento das bolhas. A caracterização do gás como hidrogênio foi feita através do som característico da sua combustão em um simples “teste de chama”.

Por sua vez, a partir do acompanhamento do consumo do alumínio metálico, foi possível introduzir a discussão sobre a corrosão dos materiais. Desta forma, associaram-se os danos que o processo corrosivo causa à sociedade, desde a destruição de utensílios domésticos até a degradação de monumentos históricos, às modificações na forma e estrutura do metal. Este momento foi importante para se iniciar uma discussão com os alunos das relações entre o processo químico e os aspectos econômicos, sociais, históricos e ambientais envolvidos.

Esses fatores também foram resgatados ao se abordar a questão da reciclagem do alumínio, um tema que

envolve aspectos econômicos, sociais e ambientais, ao se contrastar a indústria da reciclagem e as condições de vida dos catadores e o impacto dessa atividade sobre o meio ambiente.

A partir da conceituação da corrosão, partiu-se para a discussão de como a velocidade deste fenômeno pode ser reduzida, de forma a se aumentar a “vida útil” de um determinado bem. Neste momento, foram introduzidos os principais fatores que afetam a velocidade de uma reação química.

No primeiro experimento procurou-se abordar a ação da concentração dos reagentes, variável introduzida a partir da discussão de: a) diferenças de teor alcoólico entre diversos tipos de bebidas e os respectivos tempos de metabolização no organismo, evidenciadas pelas mudanças comportamentais; b) das concentrações de determinadas substâncias em remédios, as quais são indicadas de

acordo com o grau de enfermidade do paciente, possibilitando uma ação mais rápida da droga.

O procedimento empregado consistiu em analisar a evolução da reação em dois tubos de ensaio distintos, contendo um “anel” de alumínio de lata de refrigerante, 10 mL de solução “limpa piso” no primeiro tubo e o mesmo volume de solução diluída a 50% no segundo tubo.

Os alunos puderam verificar que no tubo que continha solução “limpa piso” diluída a reação demorou mais tempo para se iniciar. Verificando o aquecimento dos tubos durante o processo, foi possível constatar que a reação em questão é exotérmica. Neste instante os alunos verificaram que mesmo sendo mais lenta a reação com a solução diluída, esta também ocorre com liberação de calor. Desta forma, concluiu-se que a intensidade de calor liberado é um dos fatores que permitem discutir os parâmetros cinéticos, ou seja, o “calor é um dos produtos da reação” e quanto maior a sua quantidade maior será a velocidade desta reação.

Em seguida, realizou-se o ensaio abordando a influência da temperatura no meio reacional. Os ensaios foram realizados comparando-se a temperatura ambiente e uma temperatura inferior, alcançada com o auxílio de um banho de gelo, para o sistema formado por um “anel” de alumínio e 10 mL de solução “limpa piso” em tubo de ensaio.

A influência da superfície de contato do alumínio foi avaliada a partir da comparação entre dois ensaios. Simultaneamente, foram adicionados dois pedaços de papel alumínio de mesmo tamanho, sendo que um papel apresentava superfície lisa e o outro amassado sob a forma de bola, em duas garrafas de PET contendo 50 mL de

A partir do acompanhamento do consumo do alumínio metálico, foi possível introduzir a discussão sobre a corrosão dos materiais do ponto de vista dos danos que causa à sociedade, desde a destruição de utensílios domésticos até a degradação de monumentos históricos

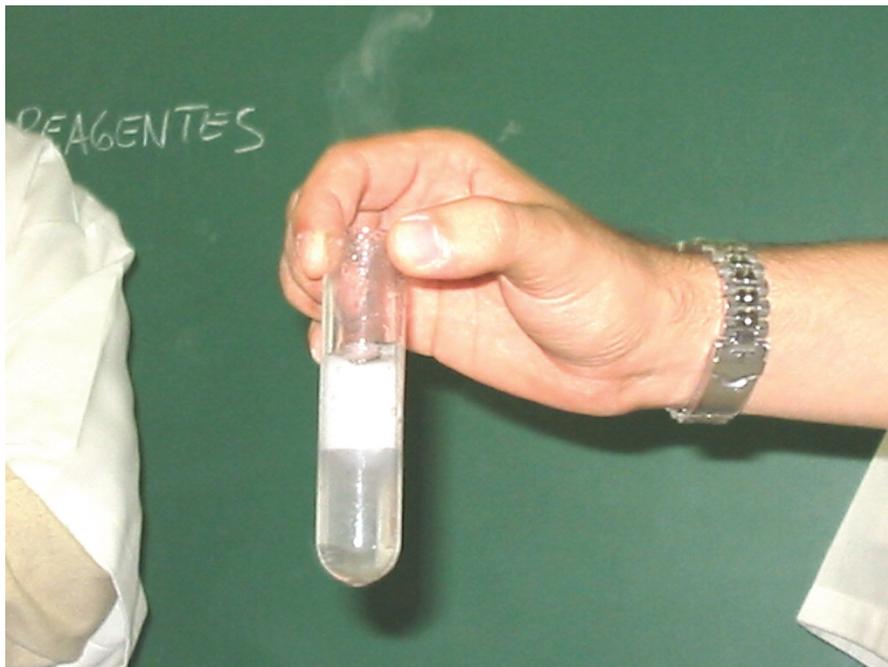


Figura 2 - Evolução da reação química.

34

solução “limpa piso”, previamente resfriada em banho de gelo, o que facilitou a interpretação dos resultados.

Durante a realização deste experimento, pôde-se discutir outras aplicações cotidianas deste princípio, como a comparação entre a velocidade de dissolução de um comprimido antiácido inteiro e outro macerado, ou ainda a não recomendação de consumo de carne previamente moída e embalada por diversos hipermercados.

A realização do experimento em sistema fechado permitiu a análise do gás formado e os alunos puderam comparar a variação da pressão interna das garrafas ao longo do processo. Este experimento também possibilita a associação com a “Lei de Conservação das Massas”. Embora a velocidade seja maior em um dos sistemas, ao final da reação a quantidade de produto formado é a mesma em ambos os casos e obedece à estequiometria da reação. Este estudo não

foi realizado já que seria necessária a utilização de uma balança. Logo, optou-se apenas por abordar teoricamente este aspecto após o término da reação nos dois sistemas.

Conclusões

A utilização da corrosão como tema contextualizador proporcionou a fácil correlação de conteúdos da Química com o cotidiano dos alunos através da discussão de temas relacionados às questões sociais. As associações e discussões desenvolvidas ao longo da aula foram fundamentais para demonstrar a importância do ensino de Química para a formação de uma sociedade crítica e capaz de modificar sua realidade.

As discussões decorrentes da abordagem dos experimentos demonstraram que muitos fenômenos são multidisciplinares e, portanto, suas explicação e compreensão podem ser obtidas através de diferentes tipos de experimentos.

Thiago Santangelo Costa (thiagosantangelo@hotmail.com), licenciado em Química pela

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e mestrando do curso de Química com ênfase em Polímeros da UERJ. **Danielle Lanchares Ornelas** (daniornelas@hotmail.com), engenheira química pela UERJ e mestranda do curso de Engenharia de Processos da UERJ. **Pedro Ivo Caneso Guimarães** (caneso@uerj.br), químico industrial pela Universidade Federal Fluminense (UFF), licenciado em Química pela UERJ e doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é docente do Instituto de Química da UERJ. **Fábio Merçon** (mercon@uerj.br), engenheiro químico e licenciado em Química pela UERJ, doutor em Ciências (Engenharia Química) pela COPPE/UFRJ, é docente do Instituto de Química e do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira da UERJ.

Referências bibliográficas

BRASIL (país). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1999.

DIAS, M.V.; GUIMARÃES, P.I.C. e MERÇON, F. Corantes naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 27-30, 2003.

GENTIL, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996.

LEE, J. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2000.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. Função social - O que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-29, 1996.

VALADARES, E.C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. *Química Nova na Escola*, n. 13, p. 38-40, 2001.

Para saber mais

LUTFI, M. *Os ferrados e cromados: Produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C. e MAINIER, F.B. Corrosão: um exemplo usual de fenômenos químicos. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 11-14, 2003.

Abstract: *Corrosion With a Chemical-Kinetics Approach* – The use of themes of an interdisciplinary nature aiming at contextualizing the teaching of chemistry with the daily social life is currently gaining prominence. This paper reports results of an experimental teaching class with junior high-school students, where, based on the kinetic study of the oxireduction of aluminum in acid medium, an interaction between science, technology and society was carried out.

Keywords: aluminum, experimental classes, chemical kinetics, corrosion