



## A Maresia no Ensino de Química

**Edson J. Wartha, Márcio de Souza Reis, Marcelo Pimentel da Silveira,  
Neurivaldo José Guzzi Filho e Rildo Mota de Jesus**

Neste trabalho, apresentamos algumas idéias e sugestões de abordagem do tema eletroquímica, mais especificadamente da corrosão de metais em regiões litorâneas afetadas pela maresia, que podem ser abordadas no Ensino de Química tanto para o Ensino Médio como no Ensino Superior. Procuramos, nessa abordagem, meios que nos permitam superar a dicotomia teoria-prática tão freqüente nas aulas de Química.

► maresia, eletroquímica, Ensino de Química ◀

Recebido em 9/1/07; aceito em 27/7/07

O termo maresia é ambíguo, pois pode apresentar diferentes significados. Para alguns, falar em maresia no Ensino de Química significa pensar nas dificuldades com que pequenas mudanças apontadas, discutidas e tidas como necessárias a esse ensino demoram a acontecer em sala de aula. Maresia, nesse caso, adquire o significado de morosidade ou, melhor, a dificuldade de se romper com esse ensino inútil de Química. Inútil, como diz Chassot (2004), porque não educa, não prepara para o vestibular e, principalmente, não alfabetiza cientificamente nossos estudantes. Sabemos que seria importante discutir sobre essa maresia no ensino, mas não é esse o objetivo do trabalho, o qual é o de discutir um outro significado do termo maresia, relacionado à ação oxidante da água do mar ou de sua evaporação e, quiçá com base

**Os prejuízos causados pela maresia atingem valores extremamente altos, resultando em consideráveis desperdícios de materiais**

nas discussões geradas, possa romper em parte com a “maresia no Ensino de Química” apresentada acima.

A maresia que pretendemos discutir é a que ocorre nas regiões costeiras ou litorâneas, causadas pela concentração elevada de cloretos, e que provocam uma transformação fantástica do ponto de vista químico e de uma importância significativa do ponto de vista econômico. Os prejuízos causados pela maresia atingem valores extremamente altos, resultando em consideráveis desperdícios de materiais. Só para citarmos alguns exemplos, a CEPEL (Centro de Pesquisas da Eletrobrás), em Fortaleza, aponta que a vida útil de um poste, normalmente entre 25 e 30 anos, em regiões litorâneas, como na Praia do Futuro (Fortaleza - CE) é reduzida a menos de cinco anos. Os transformadores e demais equipamentos elétricos, que deveriam durar

20 anos, têm que passar por processos de manutenção constante a partir do segundo ano de uso.

A concepção que a população, de um modo geral, tem em relação à maresia é que esta tem um cheiro forte e característico que se desprende do mar, na vazante. No entanto, a maresia, no nosso caso, aponta para o sentido das transformações químicas que ocorrem em metais, transformações mais conhecidas como corrosão. A corrosão que ocorre nos metais nas regiões costeiras é acelerada pela presença dos íons na água do mar e nos evaporitos. Tais íons fazem uma ponte salina, o que possibilita o fenômeno de oxi-redução entre o oxigênio do ar e os metais expostos a esses ambientes. De acordo com Pannoni (2004), corrosão é a deterioração que ocorre quando um material reage com seu ambiente e, nesse caso, temos uma corrosão eletroquímica. Vale salientar que existem outras formas de corrosão, como a química e a eletrolítica (Merçon e col., 2004). O fenômeno da maresia se caracteriza mais como uma corrosão eletroquímica, isso devido ao fato de ser um processo espontâneo e passível de

A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas. Neste número, a seção apresenta três artigos.

ocorrer quando um metal se encontra em contato com um eletrólito, em que ocorrem simultaneamente semi-reações anódicas e catódicas.

Neste trabalho, pretendemos apresentar uma abordagem para o ensino de eletroquímica, que tanto pode ser usado para subsidiar discussões desse tópico tanto no Ensino Médio como no ensino de Graduação. Procuramos desenvolver uma abordagem que permita, na construção do conhecimento, uma articulação entre o nível macroscópico e o microscópico, que proporcione um confronto entre o fenômeno e a explicação. Essa atividade tem, também, o objetivo de superar a dicotomia teoria-prática ainda tão presente no Ensino de Química, pois acreditamos que a Química envolve um *fazer* (empírico) e um *pensar* (teórico).

Não estamos querendo confrontar saberes populares com saberes científicos nem querendo impor a superioridade de um saber ou outro, mas o que nos chama atenção é que a maioria dos estudantes do sudeste da Bahia com os quais tivemos contato não conseguem apresentar uma explicação aceitável, do ponto de vista da ciência Química, para o fenômeno da corrosão em regiões afetadas pela maresia. Essa situação ocorre também com estudantes de graduação e professores do mesmo local, mesmo tendo estudado o tópico eletroquímica em seus cursos de graduação. Acreditamos que em outras regiões do país esse fato não deva ser muito diferente.

A idéia para a realização surgiu a partir da observação de algumas tampinhas de garrafas (Figura 1) encontradas nas praias de Ilhéus, sudeste da Bahia em 2005.

Essas tampinhas foram para a sala de aula, com os alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), nas disciplinas Química Geral II e Química Inorgânica Fundamental, como forma de buscar explicações para o fenômeno. As tampinhas também foram parar na sala de um grupo de discussão, sobre o Ensino de Química, composto de professores da referida universidade, professores que lecionam no Ensino Médio de escolas públicas e particulares e alunos



Figura 1: Tampas de garrafas de cerveja e refrigerante encontradas nas praias de Ilhéus.

de graduação em Química. A idéia do senso comum de que é o salitre que corrói os metais por meio de uma reação química já não faz sentido. Que ensino de eletroquímica é esse que queremos ensinar para os nossos alunos se nós mesmos não conseguimos interpretá-lo em situações tão presentes no nosso cotidiano? Como superar essas e outras tantas dificuldades de ensino e aprendizagem?

A partir dessas discussões é que partimos para a construção coletiva de uma atividade que permitisse a compreensão do fenômeno e a busca da superação da *maresia* metafórica no Ensino de Química, buscando formas de se compreender o fenômeno da corrosão causado pela maresia. Durante as discussões, surgiu também a idéia de se fazer experimentos utilizando pregos ou outros metais.

### Procedimentos e abordagem

Considerando-se a lentidão das transformações em processos de corrosão de metais, procuramos reproduzir a experiência da Gota Salina de Evans (1926) durante duas aulas de 50 min. Nelas, procuramos apresentar e discutir todas as evidências de transformações e as possíveis explicações para o fenômeno que ocorre ao longo do processo de corrosão de tampinhas metálicas de refrigerantes e cervejas.

Para a reprodução da experiência da Gota Salina, são necessários os seguintes materiais e reagentes:

- Tampinhas de garrafas finamente lixadas;
- Solução aquosa 1% em massa de ferricianeto de potássio;
- Solução alcoólica 1% em massa de fenolftaleína;
- Solução aquosa 3,5% em massa de NaCl.

A solução da Gota Salina foi obtida misturando-se 100 mL da solução de NaCl, 3,0 mL da solução de ferricianeto de potássio e 0,5 mL da solução de fenolftaleína.

Nessa experiência, gotas de solução da Gota Salina são vertidas sobre a superfície de uma tampinha de garrafa finamente lixada. O indicador de ferricianeto de potássio foi utilizado com o objetivo de tornar a solução azul na presença de íons ferrosos (azul da prússia); e o indicador fenolftaleína, para indicar uma concentração de íons  $\text{OH}^-$  superior a  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ , apresentando uma coloração rósea. Olhando a gota por cima, observa-se, logo de início, o aparecimento de pequenas áreas tanto de coloração azul como rósea distribuída ao acaso sobre a superfície das tampinhas (distribuição primária) como mostrada na Figura 2. Isso ocorre devido à concentração uniforme de oxigênio na gota.

Passado certo tempo, no entanto, a distribuição dessas áreas altera-se, conforme mostrado na Figura 3, ficando a área com coloração rósea na periferia da gota e a área de coloração azul esverdeado no centro (distribuição secundária).

Somente após algumas horas é que começa aparecer entre as duas áreas um precipitado de coloração marrom, como mostra a Figura 4.

O experimento é simples e rápido de ser realizado. Entre o aparecimento da distribuição primária e secundária leva em média 15 min. O relevante, a partir da distribuição secundária, é explorar as evidências de transformações químicas (diferentes colorações da gota) e a presença de novas espécies geradas pela corrosão eletroquímica.

Ao iniciar a discussão com os es-



Figura 2: Distribuição primária.



Figura 3: Distribuição secundária.

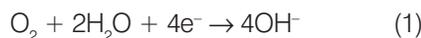
tudantes, é importante identificar quais eram as espécies antes do início da transformação: a presença do ferro (Fe(s)) na composição da tampinha; a água (H<sub>2</sub>O(l)) da Gota Salina; o oxigênio (O<sub>2</sub>(g)) dissolvido na água e no ar; os íons cloretos (Cl<sup>-</sup>(aq)) e íons sódio (Na<sup>+</sup>(aq)) da solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl(aq)); e os íons ferricianetos ([Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>(aq)) da solução de ferricianeto de potássio (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>(aq)). Após a identificação das espécies presentes no sistema, torna-se necessário a interpretação do fenômeno observado por meio das evidências experimentais, buscando a compreensão tanto do ponto de vista macroscópico como microscópico das transformações. Discutem-se as evidências de transformações químicas, o que está acontecendo nas regiões de coloração rósea, azul e marrom, quais são as espécies que estão se formando e os porquês da mudança de coloração. A partir desse ponto, é necessária uma relação constante entre o macro e o micro para que se estabeleçam confrontos entre o fenômeno e a explicação, entre o empírico e o teórico na busca da compreensão do fenômeno.



Figura 4: Ferrugem na tampinha após 24 h.

A Figura 5 procura representar as transformações que ocorrem dentro da gota.

O aparecimento da região rosa deve-se ao aumento da concentração do ânion hidroxila (OH<sup>-</sup>) a partir do oxigênio dissolvido na solução. A presença do OH<sup>-</sup> torna a região alcalina que, na presença do indicador fenolftaleína, adquire cor característica. A semi-reação pode ser representada por:



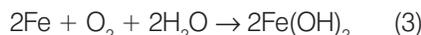
Essa é a região catódica, local onde ocorre a semi-reação de redução, também conhecida como redução do oxigênio. Essa reação ocorre graças aos elétrons que são gerados pela reação anódica e que se deslocam através do metal da região azul para a região de coloração rósea.

O aparecimento da região de coloração azul deve-se à formação de íons ferrosos segundo a semi-reação:



Trata-se de uma reação anódica, que é a oxidação do metal. A cor azul é devido à formação de um composto de coloração conhecida como azul da prússia (Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub>).

Somando-se as semi-equações 1 e 2, temos:



Como em contato com a atmosfera o Fe<sup>3+</sup> é mais estável que o Fe<sup>2+</sup>, o Fe(OH)<sub>2</sub> será oxidado à Fe(OH)<sub>3</sub> na presença de oxigênio.

A cor marrom é proveniente da formação de um precipitado. Os íons ferrosos sofrem hidrólise até a formação de um precipitado mais conhecido como ferrugem:



Devido ao fluxo de corrente elétrica e a fenômenos de transporte de massa (balanço de cargas e de material), íons cloreto (Cl<sup>-</sup>) migram sob a influência do campo eletrostático para dentro da gota e lá se concentram, causando grande alteração na rapidez das transformações químicas ou, mais especificadamente, nas reações de transferência de elétrons. A concentração elevada dos íons cloreto aumenta a condutividade elétrica da água, permitindo maior fluxo de íons e, conseqüentemente, uma maior rapidez no processo de corrosão do metal, funcionando como uma ponte salina, formando uma pilha entre o metal e o meio ambiente.

A investigação pode prosseguir no sentido de verificar que tipo de transformação acontece na formação da ferrugem, que é o produto final do processo corrosivo. A ferrugem tem uma composição química complexa, porém, basicamente, é constituída de compostos na forma FeOOH e Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. A formação do primeiro composto ocorre por uma oxi-redução não-eletrolítica do tipo:

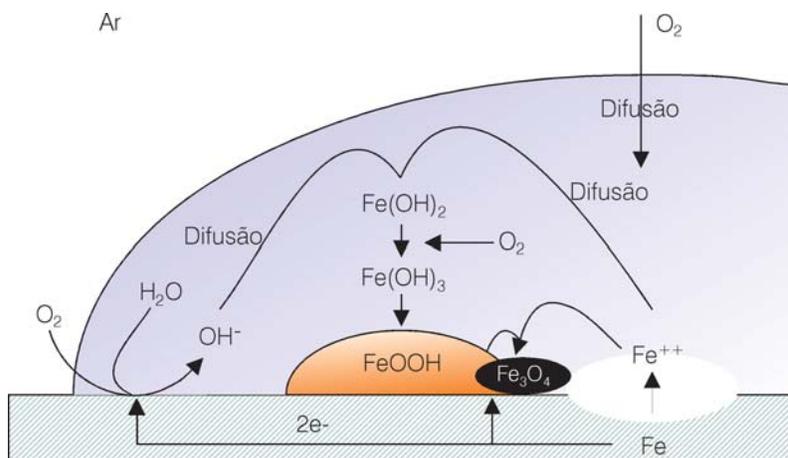
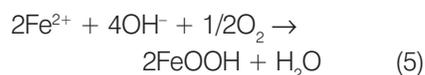
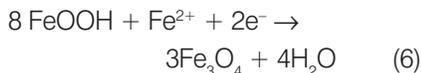


Figura 5: Corte transversal da Gota Salina na distribuição secundária, com a indicação das reações que ocorrem (Figura de Pannoni, 2004 - modificada pelos autores).

Enquanto que o segundo seria formado a partir do primeiro por uma reação eletroquímica catódica do tipo:



Conforme indicado nas equações, a ferrugem é resultante da reação entre o íon ferroso formado na região anódica e a hidroxila formada na região catódica, razão pela qual sua precipitação ocorre entre as duas regiões, em consequência do encontro entre os dois íons que migraram.

### Conclusões e considerações

A reprodução da experiência da Gota Salina é um experimento simples, fácil de ser realizado e de uma riqueza de dados e informações enorme. A atividade permite trazer para a sala de aula um problema real, fantástico do ponto de vista químico e que permite um grande confronto de idéias necessário à construção de conhecimentos significativos. A atividade também permite a identificação de uma série de concepções alternativas que alunos, professores, população em geral apresentam sobre a corrosão de metais, e é a partir dessas concepções que buscamos planejar o estudo de eletroquímica. Os conceitos de oxidação, redução, pilha, eletrólise, potencial padrão de redução, reatividade de metais, cátodo, ânodo, ponte salina, propriedade de metais passam a ter

outro significado e importância e, conseqüentemente, adquirem significado e passam a ser mais bem compreendidos. Destacamos que sempre procuramos dar ênfase à transformação química que ocorre através de transferência de elétrons, tanto do ponto de vista macroscópico como microscópico, procurando proporcionar um confronto entre o fenômeno e os modelos explicativos por meio das evidências das transformações químicas que ocorrem durante o processo de corrosão.

O trabalho pode, também, ser estendido e ampliado na sua abrangência abordando-se outros aspectos, tais como a cinética das transformações químicas, a energia envolvida na transferência de elétrons, os mecanismos envolvidos na migração de íons. Portanto, o fenômeno da maresia aborda uma Química muito rica tanto do ponto de vista fenomenológico como teórico.

**Edson J. Wartha**, mestre em Ensino de Ciências (modalidade Química) pela Universidade de São Paulo (USP), é professor assistente da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). **Márcio de Souza Reis** é graduando em Licenciatura em Química da UESC. **Marcelo Pimentel da Silveira**, mestre em Ensino de Ciências (modalidade Química) pela USP, é professor assistente da Universidade Estadual de Maringá (UEM). **Neurivaldo José Guzzi Filho**, doutor em Química Inorgânica pela Universidade Estadual Paulista/Araraquara, é professor adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz. **Raildo Mota de Jesus**, doutorando em Química Analítica da Universidade Federal da Bahia, é professor assistente da UESC.

### Referências

- CHASSOT, A. I. . *Para que(m) é útil o ensino?* 2ª ed. Canoas: ULBRA, 2004.
- EVANS, U.R. *The metal industry*. London: Chemical Catalog Company, 1926.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C.; MAINIER, F.B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 11-14, 2004.
- PANNONI, F.D. *Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio*. Perfis Gerdau Aço Minas, 2ª edição, v. 2, 2004. Disponível em: [https://www.gerdau.com.br/gerdauacominas/br/produtos/perfil/htmlperfis/pdfs/manual\\_corrosao.pdf](https://www.gerdau.com.br/gerdauacominas/br/produtos/perfil/htmlperfis/pdfs/manual_corrosao.pdf) (acessado em 20/3/2007).

### Para saber mais

- LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992.
- MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
- PITOMBO, L.R.M.; MARCONDES, M.E.R. (Coords.). *Interações e transformações - Química para o Ensino Médio. Livro do aluno e guia do professor*. São Paulo: EDUSP, 1994.
- TOBIN, K. *Constructivism: the practice of constructivism in science education*. Washington: AAAS Press, 1993.

**Abstract:** *The Sea Air in the Teaching of Chemistry*. In this work we present some ideas and suggestions on tackling the electrochemical subject, more specifically of the metal corrosion in littoral regions affected by the sea air (corrosive environment), that can be approached in the education of Secondary Education as in Graduate School. We look for, in this boarding, ways that allow them to surpass the so frequent theory-practical dichotomy in the chemistry lessons.

**Keywords:** sea air, electrochemistry, chemistry teaching

### Nota

### 27º EDEQ - Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

A edição 2007 do EDEQ foi organizada pela Universidade Regional Integrada, de Erechim/RS, juntamente com universidades e entidades parceiras, entre os dias 18 e 20/10/2007, possibilitando ricas interações de mais de 500 participantes, entre professores, pesquisadores, estudantes de graduação e pós-graduação de diversas regiões do País. Conferências, palestras, painéis, fóruns de discussão, mini-cursos e encontros de estudos outra vez caracterizaram esse tradicional evento, contribuindo na

articulação entre universidades, centros de pesquisa e instituições escolares.

O tema "Química - Alimento da Racionalidade: Significar Conhecimentos para Efetivar a Educação" considerou demandas de construção do sujeito cidadão responsável e comprometido com a qualidade da vida. Contribuindo de maneira decisiva para uma formação profissional aliada ao desenvolvimento de um pensamento crítico frente às problemáticas relacionadas ao ensino e à pesquisa, o evento possibilitou conhecimentos para fronteiras que transpõem os ambientes universitários e acadêmicos. Mostrou a impor-

tância cada vez mais evidente da Química para a sobrevivência do Planeta, aliada à necessidade de buscar soluções para a dicotomia entre o consumo de recursos naturais pelo ser humano e o cuidado do ambiente. Reafirmou que, em âmbitos diversificados de atuação da Química, linguagens e significados podem modificar a tensão entre o extraordinário desenvolvimento dos conhecimentos e a capacidade de assimilação por parte das pessoas, ajudando os indivíduos na compreensão de si mesmos como produtos e produtores do seu meio social.

Comissão organizadora