

Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica

Maria Eugênia Cavalcante Sanjuan, Cláudia Viana dos Santos, Juliana de Oliveira Maia, Aparecida Fátima Andrade da Silva e Edson José Wartha

Este artigo busca discutir o processo de construção e implementação de uma unidade didática sobre eletroquímica, usando, como tema central, o fenômeno da maresia. A unidade foi desenvolvida em duas escolas de Ensino Médio onde verificamos que os resultados foram muito positivos tanto para os alunos como para nós, professores.

► maresia, eletroquímica, conhecimento químico ◀

Recebido em 29/04/08, aceito em 13/03/09

190

Os professores normalmente se decepcionam com determinados cursos de atualização e se colocam na defensiva, considerando que uma coisa é teoria e outra é a prática. Avaliam que muito do que se tem nesses cursos não é transposto para a prática, ou seja, a teoria não tem contribuído com a prática. Tampouco essa prática tem se alimentado da teoria, estabelecendo-se aí contradições inconcebíveis para a educação.

Para dar conta dessa deficiência durante a formação continuada do professor é que vem surgindo, em algumas regiões do país, grupos de estudos em Ensino de Química, nos quais professores, com problemas comuns, geralmente relacionados às dificuldades de ensino/aprendizagem em química, resolvem compartilhar suas angústias, elaborar novas experiências, novas metodologias e refletir sobre a própria prática. Num processo colaborativo, todos buscam, por meio de uma dinâmica reflexiva e investigativa, discutir sobre

os problemas inerentes ao processo de ensino e aprendizagem da química como objetivo do seu desenvolvimento profissional. O sucesso do grupo passa necessariamente pelo apoio da universidade – nesse caso, o da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) situada em Ilhéus, no sul da Bahia, cidade conhecida no mundo todo por meio das histórias de Jorge Amado como *Gabriela Cravo e Canela*, *São Jorge dos Ilhéus* e *Terras do Sem Fim*. Ilhéus é a principal cidade da Costa do Cacau (nome dado a essa região do litoral baiano) e que revela belezas de um mar azul esverdeado, rodeado de areias brancas e margeado por extensos coqueirais e imensas fazendas de cacau.

Nesse grupo de estudos, formado em meados de 2005, discutimos

desde as dificuldades de ensino e aprendizagem de química até as alternativas que são apresentadas de usar, analisar e discutir os novos materiais que foram elaborados nos últimos anos. Também procuramos elaborar e construir nosso próprio material que contemple nossa diversidade regional. O tema que nos atraiu desde o início foi a maresia. Portanto, a primeira unidade que elaboramos, executamos e avaliamos foi uma unidade didática abordando o conteúdo de eletroquímica

e conceitos a ele relacionados a partir do fenômeno da maresia tão presente na região.

O conteúdo de eletroquímica foi escolhido considerando a relevância desse assunto no entendimento do mundo físico e a possibilidade de estabelecimento de relações concretas com o cotidiano do aluno, suas experiências diárias e seus conhecimentos prévios. Além disso,

Num processo colaborativo, todos buscam, por meio de uma dinâmica reflexiva e investigativa, discutir sobre os problemas inerentes ao processo de ensino e aprendizagem da química como objetivo do seu desenvolvimento profissional.

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

é um conteúdo considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas dificuldades conceituais com relação a noções como: oxidação, redução, corrente elétrica, condutibilidade elétrica em soluções, representação de reações de óxido-redução e potencial de redução (Garnett e Treadgust, 1992a; 1992b; Posada, 1997; Sanger e Greenbowe, 1997; Lima e Marcondes, 2005).

Como “a falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras” (Carvalho e Gil-Pérez, 1993, p. 21), no decorrer do curso, foram dados aos professores, sempre que necessários, os fundamentos teóricos sobre alguns conteúdos

de eletroquímica a fim de que não se tornasse uma barreira para possíveis mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Alguns desses conteúdos são considerados difíceis e complexos para professores, sendo que eles mesmos revelaram que deixam o tópico de eletroquímica para o último semestre, sabendo de antemão que não terão tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, “livram-se do problema”.

Os professores apresentam uma série de dificuldades em relação ao conhecimento químico e educacional, fruto de lacunas em seus cursos de formação. Tais lacunas dificultam a inovação no ensino e a definição de estratégias e materiais didáticos mais adequados. No caso do professor que não tem pleno domínio dos conceitos científicos, o impasse entre o senso comum e o conhecimento científico se coloca, criando uma dicotomia epistemológica sem saída e permitindo a convivência de dois paradigmas inconciliáveis: o senso comum e a ciência. As lacunas que ficam durante a formação docente geram insegurança no professor que o impede de tentar novos métodos e

abordagens.

Buscando alternativas para preencher tais lacunas, foram propostas atividades, cujas análises dos conceitos envolvidos e das estratégias propostas puderam desestabilizar e gerar insatisfação de suas ideias, contribuindo para a superação dessas dificuldades. Buscamos ler e discutir uma série de artigos científicos que versavam sobre dificuldades de ensino e aprendizagem de conceitos químicos fundamentais como estrutura da matéria, ligações químicas, cinética e equilíbrio químico.

Procuramos sempre, no desenvolver das atividades, mais especificadamente na construção da unidade didática de eletroquímica, considerar três aspectos. Primeiro, a contextualização: O fenômeno da maresia

é bastante rico para a abordagem química. Segundo, o tema permitir uma conexão com outras áreas do conhecimento. E, por último, a função social que a Química tem na formação do cidadão: desenvolvimento de habilidades básicas relativas à cidadania como reflexão, participação e tomada de decisão. Dessa forma, modificamos a maneira de se abordar o tema eletroquímica, abandonando os conceitos e conteúdos com fim em si mesmo e trabalhando com ideias gerais que lhes deem um contexto mais significativo.

O tema da maresia foi utilizado como recurso para realizar aproximações, inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos-situações presentes no cotidiano do educando, já que o processo de aprendizagem de química deve propiciar a compreensão da realidade a que está sujeito para que efetivamente possa desenvolver ações que permitam interferir em seu meio real. A escolha do tema deve-se ao fato de que as cidades litorâneas, e mais especificamente as do sul da Bahia, apresentam elevada umidade do ar e alto teor de sais, sofrendo assim as consequências

do fenômeno da maresia, causando prejuízos econômicos e sociais.

A partir do tema maresia, presente no dia a dia do aluno de região litorânea, é possível ensinar o conteúdo de eletroquímica de forma mais significativa, abordando os conceitos da química necessários para a compreensão do fenômeno, tais como: interações e transformações, formação de íons, transferência de elétrons, oxidação e redução, reatividade dos metais, ponte salina, velocidade das transformações, corrosão, transformação de matéria e energia, além de relacionar o fenômeno da maresia às questões econômicas, sociais e tecnológicas.

A abordagem a partir de temas estruturadores é indicada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999) como forma de permitir o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios, de forma que o aluno compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Bahia, 2005) também apontam para o sentido de estruturar o ensino de química por meio de temas. Considerando que o estado da Bahia possui um litoral imenso e que o fenômeno da maresia está fortemente presente no dia a dia das pessoas, este pode ser um tema estruturador no ensino de eletroquímica. Assim, nada mais relevante que desenvolver uma unidade didática a partir dele.

Por outro lado, esse tema permite, também, abordar e identificar a presença dos três aspectos do conhecimento químico, comparecendo igualmente aspectos macroscópicos (fenomenológico), microscópicos (teorias e modelos) e simbólicos (representacionais). Para que a interpretação do fenômeno ou do resultado experimental faça sentido para o

Procuramos, na construção da unidade didática de eletroquímica, considerar três aspectos: a contextualização, o tema permitir uma conexão com outras áreas do conhecimento e a função social que a Química tem na formação do cidadão.

educando, é desejável manter essa tensão entre teoria e experimento, entre fenômeno e teoria, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre os dois aspectos e com as representações simbólicas. O processo representacional também resulta dessa tensão, fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre teoria e experimento.

Atividades desenvolvidas

A maresia como proposta para o ensino de eletroquímica foi desenvolvido em todas as turmas da 2ª série do Ensino Médio do turno matutino do Colégio Estadual Enedina Oliva (quatro turmas), em Buerarema (BA), e do Colégio Estadual Moysés Bohana (quatro turmas), em Ilhéus (BA), onde atuamos como professoras de química há mais de uma década. Ao todo, foram envolvidos mais de 300 estudantes, que tinham idade que variava entre 16 e 26 anos de idade. Ressaltamos que a cidade de Buerarema fica cerca de 70 km do litoral e que o Colégio Estadual Enedina Oliva não possui um espaço para laboratório. Ilhéus é uma cidade litorânea e o Colégio Estadual Moysés Bohana fica bem próximo da praia e possui laboratório de ciências bem equipado. Antes de executarmos essa unidade, o programa da disciplina era desenvolvido de acordo com o índice dos livros didáticos, ou seja, no último bimestre, pois é apresentado como último conteúdo de físico-química na segunda série do Ensino Médio. Essa unidade foi planejada para ser desenvolvida no primeiro semestre do ano letivo.

A abordagem temática foi iniciada por meio de uma série de questões investigativas sobre as ideias prévias que os estudantes apresentam a respeito do termo maresia, corrosão e ferrugem. Foi possível identificar que os alunos apresentam considerações muito relevantes sobre os termos e, também, concepções inadequadas do ponto de vista da química para esses termos que, no desenvolver da atividade, pretendíamos transformar em conceitos. Foi solicitado

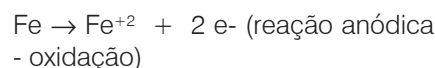
aos estudantes que respondessem individualmente as questões logo no início da primeira aula:

- 1) Você costuma ir à praia? Com que frequência?
- 2) O que você entende por ferrugem?
- 3) Quais os tipos de materiais que enferrujam?
- 4) Você já ouviu falar de maresia? O que é maresia para você?
- 5) O que maresia provoca nos materiais?

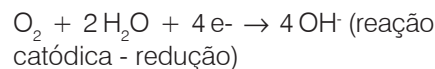
Em uma segunda aula, foi realizado o experimento da gota salina a partir do roteiro apresentado por Wartha e cols. (2007). Essa atividade foi escolhida pela simplicidade, rapidez com que pode ser realizada, oportunidade de discussão e riqueza de dados e informações necessárias a uma melhor compreensão dos conceitos fundamentais de eletroquímica, além de permitir uma relação muito enriquecedora entre os três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico (evidência das transformações químicas por meio da mudança de coloração); modelos e teorias (transferência de elétrons, mecanismos de funcionamento de uma pilha); simbólico (representações das semirreações de oxidação e redução). Esse experimento consiste em colocar uma gota de solução aquosa de cloreto de sódio, fenolftaleína e ferricianeto de potássio em uma tampinha de garrafa finamente lixada. Basicamente podemos representar o fenômeno de acordo com a Figura 1.

Na superfície da tampinha de garrafa (ferro), ocorre a reação de oxidação evidenciada pelo aparecimento de uma coloração azul, indicando a

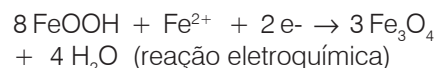
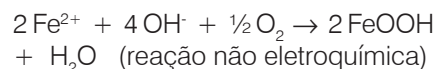
presença de íons ferrosos:



Na água, ocorre a reação de redução evidenciada pelo aparecimento de uma coloração rósea que indica um aumento na concentração dos íons hidroxila na solução:



A reação completa pode ser representada pela equação:



Também é importante destacar a função do NaCl (aq), pois os íons Cl^- e Na^+ da solução aquosa deste compensam o balanço de cargas, permitindo um fluxo constante de elétrons e, desse modo, pode-se compreender porque nas cidades litorâneas o processo de corrosão é de certa forma catalisado, ou seja, entre a gota salina e a tampinha de metal forma-se uma pilha.

Evidenciamos que uma relação dialógica é muito importante nessa etapa, pois o confronto entre os modelos explicativos dos estudantes, as evidências experimentais e os modelos propostos pela química são fundamentais para que o aluno comece a elaborar um pensamento químico coerente entre o fenômeno, a explicação e de sua representação

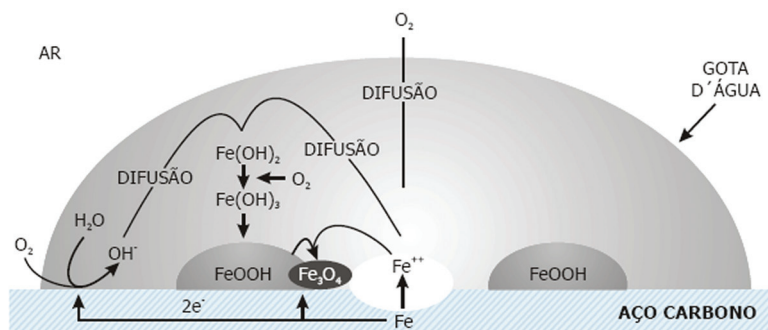


Figura 1: Representação da transformação que ocorre no metal na presença da gota salina (Pannoni, 2004, p. 11).

em uma linguagem muito específica.

Outro elemento que introduzimos na discussão sobre a atividade experimental realizada foi a leitura do texto *A corrosão do ferro* (Esperidião e Nóbrega, 2001). Esse texto apresenta de uma maneira muito simples e relevante uma série de questões em relação aos processos de corrosão dos metais. Por meio da leitura e discussão do texto, foi possível estabelecer relações entre os conceitos químicos e fenômenos observados no dia a dia. Para ampliar ainda mais a discussão e provocar a oralidade, foram feitos questionamentos a respeito de quais outros materiais sofrem corrosão e da função socioeconômica e ambiental dos ferros-velhos. Também exibimos o filme *Por que o ferro enferruja?* (Telecurso, 2000), permitindo aos estudantes confrontarem suas ideias com outras. É um documentário de 20 minutos que apresenta, de uma forma muito criativa, as interações que ocorrem entre o ferro, a água e o oxigênio no processo de corrosão. O filme apresenta o processo industrial da cromação e da niquelação em peças de aço, o funcionamento dos metais de sacrifício, ou seja, uma série de informações que permitem enriquecer muito o processo de elaboração conceitual. Não realizamos nesse primeiro momento uma abordagem do texto do livro: *Os ferrados e cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico* (Lutfi, 2005), mas pretendemos utilizá-lo num segundo momento, pois essa obra pode muito nos auxiliar na abordagem das questões sociais e econômicas, além de aprofundar uma série de conceitos presentes na unidade didática.

Dando continuidade ao estudo de eletroquímica, realizamos com os alunos uma segunda atividade experimental: "De que depende o enferrujamento? Existem meios de evitá-lo?" (GEPEQ, 2003, p. 155-159). Essa atividade permite discutir a oxirredução, a reatividade dos metais, as condições necessárias para que ocorra oxidação ou, melhor, como reduzir os danos causados por esse fenômeno. Foi solicitado aos alunos que organizassem os dados em ta-

belas, sempre anotando as observações iniciais e finais de cada sistema para posterior discussão. Essa atividade permite trazer o fenômeno para bem próximo do aluno, para dentro de sua casa, da escola e principalmente envolver a comunidade e os familiares no debate. Essa atividade foi muito importante, pois os alunos conseguiam relacionar os dados experimentais com os da leitura do texto *A corrosão do ferro* e do filme *Por que o ferro enferruja?*. O experimento pode ser observado na Figura 2.

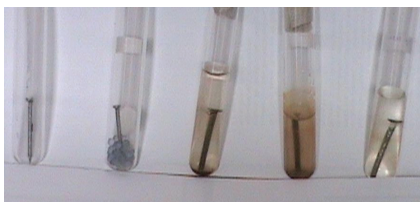


Figura 2: Um prego em diferentes meios.

Nessa atividade experimental, foi possível os estudantes identificarem com muita clareza quais são os reagentes necessários para que ocorra uma reação de oxirredução, o papel da água, do oxigênio, da superfície do metal etc.

Como nos preocupamos em ressaltar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, não poderíamos simplesmente apresentar uma tabela com potenciais padrões de redução para discutir a reatividade dos diferentes materiais. Procurando, em todas as atividades, uma abordagem que relacione os três aspectos do conhecimento químico, realizou-se outra atividade experimental para evidenciar os aspectos macroscópicos do fenômeno para, depois, confrontarmos com os modelos explicativos. A atividade experimental *Reatividade dos metais* (GEPEQ, 1998, p. 23-26) foi realizada, permitindo aos estudantes construir uma escala de reatividade a partir das evidências experimentais observadas. Essa atividade consiste em interagir uma série de metais com uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) 5% (v/v) e observar a velocidade das transformações em cada sistema. Ao final da atividade, os alunos constroem uma escala de reatividade dos metais, par-

tindo do menos reativo para o mais reativo a partir de suas observações. Somente após essa etapa é que apresentamos a tabela com os potenciais padrões de redução, solicitando aos estudantes que comparem com a tabela (escala de reatividade) que eles haviam organizado. Nesse momento, os alunos começam a relacionar dados experimentais com os dados teóricos. Começam a perceber que a reatividade de cada metal é dada em função de seus potenciais. A partir desse estágio de desenvolvimento da unidade didática, começamos a introduzir e apresentar os símbolos e as fórmulas químicas para representar transformações químicas que havíamos realizado no laboratório.

Outras atividades que também desenvolvemos durante a unidade foi a desmontagem de uma pilha comum (Braathen e cols., 1989) e a construção de pilhas de Cu/Mg com materiais de fácil obtenção (Hioka e cols., 2000), além da leitura e discussão do texto *Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental* (Bocchi e cols., 2000). A partir dessas atividades, foi possível estabelecer relações entre as questões econômicas (adequação a legislação vigente, produção de pilhas e baterias com novos materiais), ambientais (as pilhas zinco/dióxido de manganês contêm, em suas composições, mercúrio, chumbo e cádmio e podem representar sérios riscos ao meio ambiente) e sociais (coleta desses materiais pelos fabricantes e descarte em aterros sanitários). As duas primeiras atividades permitem que os alunos façam uso das informações que receberam, apropriem-se dos conhecimentos e construam novas informações e novos conhecimentos. O texto, que trata do descarte de pilhas e baterias, dos perigos à saúde e dos males que podem causar, fez com que os alunos comesçassem a discutir e organizar campanhas na comunidade para recolher esses materiais e a depositá-los nas lojas em que foram comprados.

Tínhamos planejado desenvolver essa unidade didática no primeiro bimestre do ano letivo de 2007. Entretanto, devido à relevância do tema e, principalmente, do envolvimento

dos estudantes, só a finalizamos na metade do terceiro bimestre. No desenvolvimento dessa unidade, foram necessárias aproximadamente 40 aulas de 50 min. Aparentemente pode parecer que somente abordamos o conteúdo de eletroquímica, mas no desenvolver das atividades, uma série de outros conceitos também foram abordados, pois na medida em que iam sendo necessários para a compreensão dos fenômenos, eles iam sendo ampliados e, portanto, adquirindo um novo significado. Conceitos como solubilidade de gases em água, fenômenos de transferência de elétrons, equilíbrio químico, energia envolvida nas transformações químicas, indicadores ácido-base etc. são exemplos disso. Tais conceitos não foram totalmente esgotados. Aprofundamo-nos somente na medida em que eram necessários para a compreensão do fenômeno. Desse modo, não gostaríamos de estabelecer um limite de aulas para cada atividade, pois cada uma depende muito mais da interação professor-estudantes, do envolvimento destes e de como cada atividade é mediada e conduzida pelo professor.

Resultados e discussões

Os resultados aqui apontados confirmam que o desenvolvimento dessa proposta de abordagem para o tema eletroquímica proporcionou uma aprendizagem mais significativa aos estudantes, fato que pode ser observado no interesse deles durante as aulas; no envolvimento durante as atividades; e na melhora considerável durante as avaliações que são realizadas ao final de cada bimestre. Acreditamos que eles conseguiram compreender melhor, pois foram capazes de fazer as devidas conexões entre o aspecto fenomenológico, as teorias e as representações simbólicas. Percebemos que nossos alunos tornaram-se mais críticos e reflexivos quanto ao papel dessa ciência na vida de cada um deles. Os diálogos quase inexistentes durante as aulas de química tornaram-se frequentes, as saídas durante as aulas diminuíram drasticamente e, talvez, o que mais nos afetava é que quando toca-

va a campainha indicando o final da aula de química, os alunos gritavam em coro: "Graças a Deus!". Frase que nos machucava muito, pois todo nosso esforço e dedicação não eram reconhecidos. Logo nas primeiras semanas do desenvolvimento da unidade didática, ao ouvirmos pela primeira vez "Ahh! Já acabou a aula!" e pouquíssimos "Graças a Deus!", foi, com certeza, a maior recompensa que poderíamos receber, pois era um forte indicativo que estávamos no caminho certo, que os estudantes estavam conseguindo compreender e, pasmem, estavam gostando das aulas de química.

Durante as atividades, procuramos sempre fazer com o que o aluno expusesse o seu pensamento, e também promover uma ampla participação e envolvimento destes, conduzindo a argumentação em classe - entre professor-alunos e alunos-alunos.

Coletamos dados por meio da aplicação de questionários com questões abertas e semiestruturadas antes e após a execução de cada atividade. Classificamos os alunos em dois grupos: Grupo A - alunos de Buerarema (cidade não litorânea); e Grupo B - alunos de Ilhéus (cidade litorânea). O objetivo era compararmos se uma mesma atividade terá efeitos positivos em regiões com características muito diferentes.

Questão 1 (pré-teste) – O que você entende por ferrugem?

Os resultados (Tabela 1) nos mostram claramente que os alunos do Grupo B, por estarem em uma cidade

litorânea, fazem uma maior associação do fenômeno ao mar, enquanto que o Grupo A, relaciona à corrosão dos metais. No entanto, podemos concluir que os estudantes dos dois grupos apresentam uma concepção adequada sobre o fenômeno da ferrugem, pois 80,64% dos estudantes do Grupo A e 76,67% do Grupo B conseguem relacionar a ferrugem a um processo de corrosão de metais.

Questão 2 (pré-teste)
– Quais os tipos de materiais que sofrem corrosão?

Os dois grupos, quase que na sua totalidade, indicam

que apenas o ferro apresenta corrosão, alguns poucos alunos citaram o alumínio e o zinco. Nenhum deles conseguiu associar o processo de oxidação que ocorre com outros materiais.

Questão 3 (pré-teste) – Você já ouviu falar de maresia? O que é maresia para você?

Foi relevante observar que a maioria dos alunos do Grupo B (82%) relaciona o conceito de maresia a "algo" referido ao mar, enquanto que, no Grupo A, a maioria das respostas foram vagas (56%), não sabiam (18%) ou relacionavam o termo à preguiça (25%). Consideramos que o fato de os alunos do Grupo A não terem o hábito de ir à praia com muita frequência ter sido relevante quanto aos resultados encontrados nessa questão. Atribuímos essa diferença por esse termo ser mais comum em cidades litorâneas. Esse fato se reafirma ao percebemos que todos os alunos do Grupo B apresentaram alguma resposta para a questão relacionando ao mar. Entre os alunos do Grupo B,

O tema da maresia foi utilizado como recurso para realizar aproximações, inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos-situações presentes no cotidiano do educando.

Tabela 1: Porcentagem de respostas adequadas em relação à ferrugem.

Categorias	Grupo A	Grupo B
Corrosão de metais	74,20%	40,03%
Fenômeno que ocorre com diversos metais provocado pelo mar	6,44%	36,64%
Sujeira de roupas	9,68%	12,95%
Respostas vagas/ Não sabem	9,68%	10,38%

Tabela 2: Porcentagem de respostas adequadas em relação à maresia.

Principais respostas apresentadas	Grupo A	Grupo B
Não existe uma relação direta.	-	6,06%
Existe uma relação direta, pois o fenômeno da maresia influencia na rapidez do processo de oxidação dos materiais.	100,00%	84,85%
Não há relação, pois o processo de corrosão acontece somente em cidades litorâneas.	-	9,09%

era comum encontrar frases: “Maresia é algo que se associa com o salito”; “É o salito que vem da praia”; “É quando a água do mar bate em algum material de ferro”. Achamos estranho o uso da palavra salito e não salitre, depois foi possível perceber que salito é uma palavra bem comum em vilas de pescadores, pessoas simples, geralmente com baixo nível de escolaridade e, portanto, com uma cultura e linguagem bem particular. Os alunos do Grupo A relacionavam mais o termo maresia à preguiça e a uma marca de roupa.

Questão 4 (pré-teste)
– O que a maresia provoca nos materiais?

No Grupo B, a maioria cita como consequência da maresia a ferrugem e a destruição dos materiais. No Grupo A, em torno de 50% não respondeu a essa questão; 25% deram respostas relacionando à moleza e à preguiça (“provoca moleza no corpo, vontade de não fazer nada”); e os demais conseguiam relacionar aos processos de corrosão dos metais.

A análise dessas ideias iniciais que os alunos apresentaram foi importante para discutirmos e organizarmos algumas atividades e até mesmo modificarmos outras. Foi muito relevante refletir sobre e a partir das noções que os alunos apresentaram. O mais gratificante foi perceber o quanto eles evoluíram ao final dessa unidade, o que pode ser observado pela qualidade das respostas na avaliação final (pós-teste).

Questão 1 (pós-teste) – Em relação ao

fenômeno da maresia e ao estudo da corrosão de materiais, pode-se afirmar que:

O resultado da Tabela 2 nos leva a crer que os alunos compreenderam a questão da maresia como fenômeno relacionado ao mar e que este influencia na velocidade do processo de oxidação dos materiais. Os dois grupos apresentaram respostas coerentes do ponto de vista químico para as questões abordadas.

Questão 2 (pós-teste) – Por que não devemos comprar alimentos em latas que estejam amassadas?

Nessa questão, queríamos avaliar se os estudantes eram capazes de utilizar os conceitos de eletroquímica em outras situações diferentes do contexto abordado em sala de aula. Ficamos surpresos com a qualidade das

respostas apresentadas pela maioria dos estudantes (86% do Grupo A e 84% do Grupo B). Exemplos como: “As latas (ferro) são revestidas de estanho para impedir o contato direto do alimento com a lata. Quando amassada facilita esse contato e pode enferrujar”; “Nas latas há um revestimento dentro, que impede que o alimento, que contém água, entre em contato com o metal. Amassando a lata o ferro fica exposto e enferruja, prejudicando ou contaminando os alimentos”; “Um metal menos reativo sobre um metal mais reativo impede o processo de oxidação da lata de ferro. Se a lata estiver amassada há grande possibilidade de o alimento estar contaminado por íons do metal” são respostas bem

elaboradas que nos fazem acreditar que eles compreenderam os conceitos abordados.

Questão 3 (pós-teste) – Os parafusos nos motores são recobertos por graxa. Qual o motivo de tal procedimento?

Também encontramos respostas muito bem elaboradas pelos dois grupos (88% do Grupo A e 92% do Grupo B). “Para evitar a ferrugem e não desgastar”; “O engraxamento retarda o enferrujamento, pois a graxa evita que a água penetre”; “A graxa funciona como um isolante, que impede que a água entre em contato direto com o metal”.

Questão 4 (pós-teste) – A corrosão eletroquímica é um processo espontâneo. Responda o que pode e deve ser feito para evitar a ação da maresia sobre os materiais.

Encontramos respostas bem elaboradas pela maioria dos estudantes dos dois grupos (92% do Grupo A e 87% do Grupo B). “Podemos e devemos utilizar materiais que retardam a corrosão, revestir com pintura e evitar contato com a maresia”; “Devemos usar tintas, graxa, cera, para proteger o material do contato direto com a maresia que contribui para a corrosão dos materiais”.

Questão 5 (pós-teste) – Em que meios a ferrugem ocorre mais rapidamente?

Todas as respostas foram semelhantes a estas: “Na interação do ferro com a água e sal”; “Quando os materiais são expostos ao oxigênio e à água”; “Se o material estiver com o ar, a água e o sal, aumentará o processo da ferrugem”; “Em ferros que estejam mais próximos de praias, principalmente em cidades litorâneas”; “Em contato com a água e sal ocorrendo mais rapidamente nas praias”.

Questão 6 (pós-teste) – Qual é o papel social e ambiental dos ferros-velhos?

Essa questão teve como principal objetivo verificar as condições apresentadas pelos alunos em relacionar os conteúdos trabalhados com as questões sociais e ambientais que envolvem a temática abordada.

Modificamos a maneira de se abordar o tema eletroquímica, abandonando os conceitos e conteúdos com fim em si mesmo e trabalhando com ideias gerais que lhes deem um contexto mais significativo.

Destacamos algumas respostas apresentadas pelos estudantes: “Os ferros-velhos têm a função de reciclar, reaproveitar os materiais, diminuindo assim a poluição ambiental”; “Recolher e reaproveitar os ferros para que seja retirada do meio ambiente, menos matéria-prima. Diminuindo custos e energia”; “O papel social é que ele pode ser reaproveitado e que gera empregos. O ambiental é que causa danos ao ambiente e aos seres vivos também”; “O social é que estão colaborando com a limpeza, colaborando com a preservação do meio ambiente e reciclando os materiais. Porque apesar do ferro ser um objeto bastante corrosível ele demoraria muito tempo para se degradar”. Ficou claro para nós professores que os alunos foram capazes de relacionar o tema com os aspectos socioeconômicos e ambientais que este envolve.

Considerações finais

Acreditamos que os resultados aqui apontados indicam que a proposta de usar a maresia como orientação na abordagem do tema de eletroquímica permitiu aos estudantes uma elaboração conceitual mais ampla sobre os fenômenos abordados. Foi possível identificar como eles faziam as conexões entre os aspectos macroscópicos e microscópicos das situações apresentadas. Na avaliação final, há algumas falas que podem ilustrar o observado: “Com o experimento conseguimos ver e não apenas imaginar. Se eu não tivesse observado a mudança de cor na tampinha, não acreditaria nas explicações de transferência de elétrons e formação de íons”; “Com debates e experimentos o assunto ficou menos complicado. Todos se interessaram para ver os resultados, trocamos ideias e opiniões. Isso facilitou muito e aprendemos mais”; “Até que a química não é tão chata quanto eu pensava”.

Apesar de termos executado essa proposta em duas cidades com características muito diferentes e dos alunos apresentarem ideias iniciais também muito diferentes, ao final da execução desta, os resultados

nos indicam que as ideias que foram construídas são muito semelhantes. Independentemente de a escola ser litorânea ou não, a abordagem do conteúdo de eletroquímica, utilizando o fenômeno da maresia como orientação, torna a aprendizagem muito mais significativa para os estudantes. Mesmo os alunos do Grupo B terem uma noção de maresia estabelecida pelo senso comum, verificamos que, ao final da unidade, os dois grupos apresentaram resultados muito semelhantes, podendo a unidade ser desenvolvida em qualquer região do país.

Para nós, professores, também houve mudanças significativas. Refletindo a nossa prática anterior, lançamo-nos às inovações necessárias a uma aprendizagem com mais significado, embasadas em propostas que comprovadamente estão tendo bons resultados na aprendizagem dos estudantes. Queremos destacar que esse processo permitiu uma reavaliação e reflexão sobre nossa prática pedagógica. Percebemos que se faz necessário estarmos atentos sobre nosso discurso em sala de aula, pois muitas vezes, com o intuito de concluir um pensamento ou uma fala em andamento, acabamos inibindo ou até mesmo podando a fala de alguns de nossos estudantes, rompendo com a estruturação de um processo de construção do conhecimento. O uso de filmadora durante o desenvolvimento de algumas atividades permitiu que analisássemos essa postura por vezes autoritária.

Fomos capazes ainda de superar algumas de nossas dificuldades ao ensinar eletroquímica no Ensino Médio e de reconhecer a importância de trabalhar com temas sociais e contextualizados, compreendendo melhor as teorias educacionais de abordagem construtivista e das novas tendências do ensino de química, tais como: a problematização;

as concepções prévias; a valorização do senso comum; a superação da dicotomia entre teoria e prática; o rompimento com o processo de transmissão-recepção, promovendo o diálogo; e o respeito mútuo em sala de aula.

Reconhecemos que tivemos grandes dificuldades no desenvolvimento da proposta, desde a preocupação com o fator tempo até a própria mudança radical na nossa maneira de dar aulas e na adaptação dos alunos para aulas mais participativas. Tivemos primeiro que vencer nossas próprias resistências, e o novo assusta.

Agora sabemos que tivemos uma oportunidade de reavaliar e renovar a nossa prática pedagógica, confirmando que é possível “fazer diferente” apesar de todas as dificuldades que vivenciamos em nossa prática docente. Outro aspecto que para nós foi importante é o fato de também aprendermos muito e, até que enfim, conseguirmos compreender a relação que existe entre os aspectos macroscópicos, microscópicos e simbólicos no processo de elaboração conceitual que sempre líamos a respeito, ouvíamos falar, mas nunca tínhamos conseguido compreender.

Hoje não apenas estamos lendo os artigos da revista *Química Nova na Escola*, estamos também usando as propostas apresentadas na sala de aula, modificando algumas, pois conforme vamos utilizando e discutindo essas novas abordagens, tornamo-nos mais preparados e críticos em relação ao uso de novos materiais no ensino. Grande parte dessa unidade foi elaborada a partir de artigos desta revista e já estamos elaborando novas unidades e as testando em sala de aula com nossos alunos.

Maria Eugênia Cavalcante Sanjuan (eugenia_sanjuan@hotmail.com), licenciada em Ciências com habilitação em Química pela UESC, é professora

O conteúdo de eletroquímica foi escolhido considerando a relevância desse assunto no entendimento do mundo físico e a possibilidade de estabelecimento de relações concretas com o cotidiano do aluno, suas experiências diárias e seus conhecimentos prévios.

de química do Colégio Estadual Enedina Oliva em Buerarema (BA). **Claudia Viana dos Santos** (claudiasolues@yahoo.com.br), licenciada em Ciências com habilitação em Química pela UESC, é professora de química do Colégio Estadual Moysés Bohana em Ilhéus (BA). **Juliana de Oliveira Maia** (juliana-

maia14@hotmail.com), é licencianda em química e bolsista de extensão (PROEX) em projeto de formação inicial e continuada de professores na UESC. **Aparecida Fátima Andrade da Silva** (afatimasp79@yahoo.com.br), bacharel e licenciada em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz, mestre em Ensino de

Ciências (modalidade química) pela USP, é professora assistente do DCET da UESC em Ilhéus (BA). **Edson José Wartha** (ejwartha@yahoo.com.br), licenciado em Química pela UFSC, mestre em Ensino de Ciências (modalidade química) pela USP, é professor assistente do NQCI da UFS em Itabaiana (SE).

Referências

BOCCHI, N.; FERRACIN, L.C. e BIAGGIO, S.R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 03-08, 2000.

BRAATHEN, P.C.; RUBINGER, M.M.M.; PASSOS, J.V. e ARRUDA, M.A. *Curso de treinamento de professores de segundo grau – Módulo de Química*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989.

BAHIA. Secretaria da Educação. *Orientações Curriculares Estaduais para o Ensino Médio: Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Salvador, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 1999.

CARVALHO, A.M.P. e GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

ESPERIDIÃO, I.M. e NÓBREGA, O. *Os metais e o homem*. 5. ed. São Paulo: Ática, 2001.

GARNETT, P.J. e TREAGUST D.F. Conceptual difficulties experienced by senior

high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 29 (2), p. 121-42, 1992a.

_____. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 29 (10), p. 1079-99, 1992b.

GEPEQ/IQUSP. *Interações e transformações: química para o Ensino Médio: Livro de laboratório - Módulos I e II*, v. 1. São Paulo: Edusp, 1998.

_____. *Interações e transformações: química para o Ensino Médio: Livro do aluno*. São Paulo: Edusp, 2003.

HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A.J.; YONEHARA, F.S.; BERGAMASKI, K e PEREIRA, R.V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 40-44, 2000.

LIMA, V.A. e MARCONDES, M.E.R. Atividades experimentais no ensino de química. Reflexões de um grupo de professores a partir do tema Eletroquímica. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 1-4, 2005.

LUTFI, M. *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada*

do conhecimento químico. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005.

PANNONI, F.D. *Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio*. Perfis Gerdaço Aço Minas, 2. ed, v. 2, 2004. Disponível em: <https://www.gerdau.com.br/gerdaucominas/br/produtos/perfil/html/perfis/pdfs/manual_corrosao.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2007.

POSADA, J.M. Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education*. v. 81, p. 445-67, 1997.

SANGER, M.J. e GREENBOWE, T.J. Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*. 34 (4), p. 377-398, 1997.

TELECURSO 2000. *Por que o ferro enferruja?* Fundação Roberto Marinho. São Paulo: Ed. Globo; FIESP; CIESP; SESI; SENAI; IRS, 2000. 7 fitas de vídeo. Teleaula nº 22 (15 min.): VHS.

WARTHA, E.J.; REIS, M.S.; GUZZI FILHO, N.; SILVEIRA, M. P. e JESUS, R.M. A maresia no ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 17-20, 2007.

Abstract: Sea air: A proposal for the teaching of electrochemistry. This paper aims to discuss the construction process and implementation of a didactic unit on electrochemistry using as central theme, the phenomenon of the sea air. The unit was developed at two colleges of secondary school where we verified that the results were very positive so much for the students as for us teachers.

Keywords: sea air, electrochemistry, chemical knowledge

XVI Encontro Centro-Oeste de Debates sobre Ensino de Química



O XVI Encontro Centro-Oeste de Debates sobre Ensino de Química (ECODEQ) será realizado no Instituto Luterano de Ensino Superior (ULBRA), em Itumbiara (GO), no período de 09 a 12 de outubro de 2009, com o tema *Conquistas, necessidades e perspectivas para o Ensino de Química na região Centro-Oeste*.

O ECODEQ é um encontro bienal e busca contribuir para uma reflexão acerca da Educação em Química e

Ciências por meio do aprimoramento dos educadores, da divulgação de propostas alternativas, dos resultados de pesquisas e da integração entre professores, pesquisadores e demais participantes do evento.

No evento, serão desenvolvidos minicursos, conferências, palestras, mesas-redondas, exposições de trabalhos científicos, comunicações de experiências didáticas e atividades culturais.

Informações adicionais: <http://web.ulbra.itumbiara.com.br/ecodeq>

Contato: xviecodeq.itb@ulbra.br

Luciana Caixeta Barboza (editoria QNEsc)