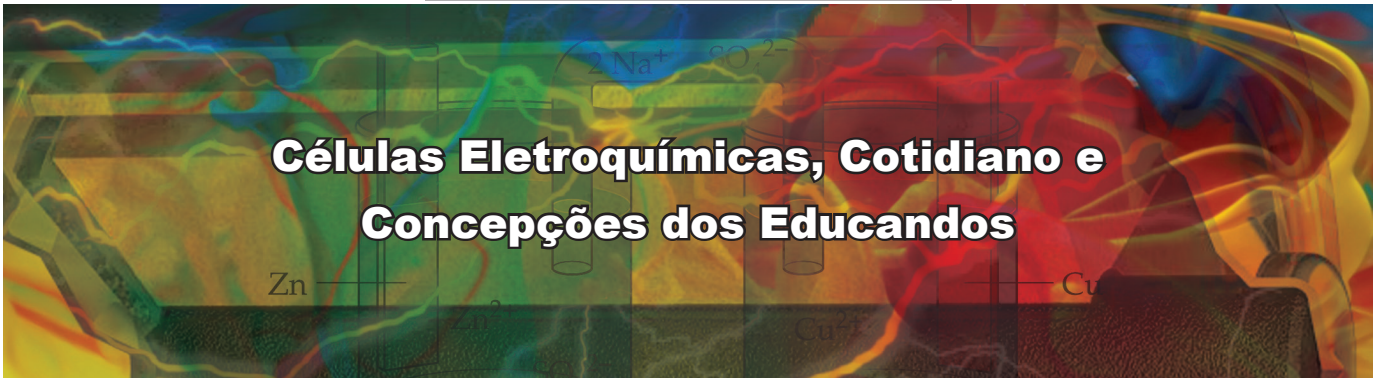
http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160060



Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos

Barbara S. J. Barreto, Carlos H. Batista e Maria Clara P. Cruz

Pilhas e baterias são temas recorrentes em eletroquímica nos livros didáticos do Ensino Médio. Poucos deles, porém, abordam a eletrodeposição. Nesse sentido, a contribuição deste artigo é disponibilizar uma metodologia diferenciada para a abordagem desse conteúdo. Para isso, duas experimentações foram desenvolvidas: uma de deposição química de prata em um bastão de cobre; e outra, de eletrodeposição de prata em um substrato de cobre no formato de anel. Propõe-se obter daí a compreensão de dois tipos de reação química: espontâneas e não espontâneas. A aprendizagem dos alunos foi avaliada por meio de desenhos ilustrativos dos experimentos. As concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, em Nossa Senhora da Glória/SE, foram assim representadas. A análise de suas concepções revelou um desenvolvimento da aprendizagem em relação ao senso comum, quando se têm em vista os fenômenos da deposição e da eletrodeposição química.

▶ eletroquímica, experimentação, eletrodeposição ◀

Recebido em 27/03/2015, aceito em 27/05/2016

A eletroquímica, ciência que estuda as interfaces carregadas eletricamente, é vista como um obstáculo à aprendizagem de Química no Ensino Médio: "é um conteúdo considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas dificuldades conceituais" (Sanjuan *et al.*, 2009). Muitos alunos apresentam dificuldade de aprendizagem desse assunto, e, por vezes, alguns professores não o abordam, gerando uma deficiência na aprendizagem do conteúdo que os acompanha até os limites da graduação.

Em geral, o momento no qual o aluno tem o primeiro contato com a realidade tecnológica da Química é o 2º ano do Ensino Médio, quando a eletroquímica é apresentada aos alunos. Comumente, no 1º ano se estuda apenas o comportamento físico da matéria, que pode ser facilmente identificado no cotidiano, como a separação de misturas, e os estados sólido e líquido, por exemplo.

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica.

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica.

De modo geral, os livros didáticos do Ensino Médio abordam as reações de oxidação e redução em termos de transferência de elétrons, e explicam o funcionamento das pilhas e baterias. Porém, poucos livros abordam o processo de recarga das mesmas, no qual ocorrem reações de oxirredução não espontâneas (ou seja, para que a reação química aconteça é necessário o fornecimento de

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

energia elétrica às pilhas, promovendo um processo químico). Nesse caso, os elétrons devem passar através de um circuito conectado aos terminais da pilha. Por essa razão, a corrente se torna uma medida conveniente da taxa de reação na célula eletroquímica. Num processo de eletrólise, espera-se que toda a corrente aplicada seja utilizada para o processo químico de interesse.

Na visão de Caramel e Pacca (2011), o ensino de eletricidade no Ensino Médio esbarra na dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e campo elétrico, por exemplo. Essa dificuldade parece motivada pelas concepções alternativas, de senso comum, a respeito da origem da eletricidade e do comportamento submicroscópico, mais próximo da estrutura da matéria. De fato, os adolescentes criam suas próprias ideias, concepções ou representações, não apenas para objetivos concretos, como também para fenômenos com origem submicroscópica e sem acesso visual direto, como as várias aplicações elétricas e o funcionamento de dispositivos. Assim constroem conceitos alternativos para os conhecimentos científicos a exemplo da eletricidade, da corrente elétrica e suas propriedades.

Justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de progresso na abordagem de eletroquímica no Ensino Médio e, assim, alcançar maior significância na aprendizagem desse conteúdo, por meio de duas experimentações que remetem ao cotidiano. Foi escolhida uma investigação dos conceitos prévios dos alunos, um processo formativo para apropriação de habilidades em eletroquímica e, por fim, realizada uma análise avaliativa para verificar o que foi aprendido.

Diante desses pressupostos, faz-se necessária a busca por metodologias de ensino que abordem o assunto de modo a atrair a atenção do aluno. A utilização de atividades experimentais pode ser uma opção, ao possibilitar ao discente um encontro significativo e inicial com a Química que os ajudem a compreender como são construídas e se desenvolvem tais atividades.

É possível apresentar a eletroquímica aos alunos por meio de suas aplicações, explicitando os fenômenos numa abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes. Um exemplo é o de como ocorre uma eletrodeposição. Muitos utensílios domésticos, bijuterias, semijoias, peças de automóveis e ferramentas são revestidos por uma camada de algum metal, como ouro, prata, cromo, zinco ou estanho, para protegê-los contra a corrosão, embelezá-los ou, ainda, com os dois objetivos ao mesmo tempo. Sendo assim, a galvanoplastia ou eletrodeposição consiste no recobrimento de superfícies com metais por meio da eletrólise, formando uma camada ou depósito do elemento reduzido sobre o catodo.

A maioria dos alunos sente dificuldade em entender como ocorre a transferência de elétrons, e sua circulação, nas reações de oxirredução em células eletrolíticas. Dessa forma, por meio de um experimento de eletrodeposição, é possível aguçar o interesse dos discentes pelo processo e levantar questões do cotidiano ligadas a esse tema. "Deve-se ressaltar, que as atividades experimentais têm potencial não só para habilitar os estudantes às relações sociais; mas também na aquisição de atitudes positivas na direção do conhecimento cognitivo de ciências" (Maldaner, 2003 *apud* Castilho, s.d., p. 6). Desse modo, os alunos podem começar a relacionar variáveis que dependem umas das outras, sejam elas diretamente ou inversamente proporcionais, como a corrente de deposição e o avanço da reação química de redução.

Justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de progresso na abordagem de eletroquímica no Ensino Médio e, assim, alcançar maior significância na aprendizagem desse conteúdo, por meio de duas experimentações que remetem ao cotidiano. Foi escolhida uma investigação dos conceitos prévios dos alunos, um processo formativo para apropriação de habilidades em eletroquímica e, por fim, realizada uma análise avaliativa para verificar o que foi aprendido. Espera-se, com este trabalho, contribuir para a formação de alunos que saibam tomar posição frente a conhecimentos de eletroquímica, desenvolvendo competências relacionadas ao conteúdo.

Portanto, a presente proposta tem como finalidade distinguir os processos eletroquímicos e, assim, diferenciar reações químicas espontâneas e não espontâneas. Espera-se motivar o aluno à aprendizagem de eletroquímica, dando significado à atividade experimental por meio de representações em forma de desenhos para avaliar possíveis mudanças de concepção.

Desenvolvimento da pesquisa

Com base no conteúdo de eletroquímica explorado em sala de aula, foram apresentados recursos pedagógicos para 25 (vinte e cinco) alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, situado em Nossa Senhora da Glória/SE. A experiência didática foi mediada pelos autores do presente estudo, professores de Química. Em todo o presente estudo foi prestigiada a observação fenomenológica, principalmente durante as execuções dos experimentos de deposição química e eletrodeposição. Sendo nosso foco de interesse de caráter descritivo e experimental, foi feita uma abordagem qualitativa simples dos dados observados. São descritas a seguir as características do estudo realizado e os fenômenos observados na experimentação.

A análise do perfil dos alunos envolvidos nas atividades foi feita a partir das seguintes perguntas: Qual a sua idade? Qual o seu sexo? Onde você concluiu o Ensino Fundamental: Escola Pública ou Escola Particular? As informações que você tem a respeito da Química são adquiridas através de consulta a *sites* da internet, nas aulas e oferecidas pelo professor ou consultando livros didáticos e outros? Foi realizada, ainda, uma entrevista individual sobre as concepções dos alunos acerca da temática, principalmente sobre como concebiam a deposição química e a eletrodeposição.

No decorrer das atividades experimentais, a deposição química ocorreu com a imersão de uma pequena barra de cobre em uma solução contendo íons de prata provenientes da dissolução de nitrato de prata. Utilizou-se um béquer contendo 20 mL (vinte mililitros) de água, um bastão de silicone e metade de um bastão de nitrato de prata comercializado nas farmácias. A deposição química de prata ocorreu em alguns minutos.

A deposição eletroquímica foi feita numa célula eletrolítica preparada com dois eletrodos: um inerte, de titânio ruteniado como anodo, e outro de latão (Cu 60% e Zn 40%), utilizado como catodo. Utilizou-se uma fonte de energia semiprofissional para descarga de elétrons na célula. Porém, pode ser comprada uma fonte de 12 volts (12 V) e 1 ampere (1A) em qualquer casa de materiais eletrônicos, utilizando "jacarés" (garras) para conectá-la aos eletrodos. É importante ressaltar que as garras, e a respectiva fiação eventualmente exposta, não podem entrar em contato, pois pode ocorrer um curto-circuito. A solução aquosa eletrolítica foi preparada dissolvendo-se 1,0 g de cianeto de sódio e 1,0 g de cloreto de prata num béquer com aproximadamente 50 ml de água. Para o manuseio da solução de cianeto de sódio, os preparadores do experimento utilizaram luvas, óculos de proteção e jalecos, a fim de evitar contato com a solução. Procurando zelar pela segurança dos alunos, eles foram mantidos afastados dessa solução.

A fim de avaliar as concepções dos alunos foram solicitados depoimentos, registrados pelos pesquisadores, sobre a aula experimental. Também foram requeridas as representações das células eletroquímicas, por meio de desenhos, com o intuito de os pesquisadores e estudantes perceberem possíveis mudanças conceituais.

Discussão dos resultados

Notou-se que 48% dos alunos têm idade de 17 anos, 40% a idade de 18 anos; e 12% a idade de 16 anos. Esses estudantes estão regularmente matriculados dentro do critério idade/ano escolar. Foi constatado, ainda, que existe uma predominância do sexo feminino, que totaliza 60% dos entrevistados. Quando perguntados em que escola cursaram o Ensino Fundamental, 88% dos alunos afirmaram haver concluído o curso em escolas públicas; e 12% em escolas particulares. Dentre os entrevistados, 68% disseram acessar a internet com frequência, 24% acessam esporadicamente, e 8% nunca acessam. Além disso, 92% dos alunos informaram que seus conhecimentos químicos são adquiridos durante as aulas, com o professor.

Um dado bastante preocupante é que 68% dos entrevistados que responderam utilizar a internet com frequência confirmaram que não o fazem para estudar: esses jovens passam bom tempo acessando as redes sociais pelo celular, e acabam não estudando como deveriam. Apenas 8% disseram saber de química por meio de livros.

Através do questionário investigativo na forma de entrevista informal sobre eletroquímica foi possível perceber que os alunos apresentaram alguns conceitos prévios sobre a temática, pois conseguiram compreender os exemplos do cotidiano sobre a ação corrosiva resultante da oxidação de metais. Porém, percebeu-se que os alunos tinham a ideia de que um metal, depositado sobre outro, era obtido por meio de um "banho de imersão", caracterizando uma concepção alternativa proveniente do senso comum.

Tendo ciência dos conhecimentos prévios dos alunos, optou-se por prosseguir explicando conceitos associados aos fenômenos, como reação de oxirredução, reação espontânea e deposição, à medida que o experimento era realizado. Partiu-se, então, do concreto para o abstrato, para consolidar uma imagem mental e, assim, atribuir significado às experiências prévias dos alunos. Quando a atividade experimental é conduzida pelo professor com a ativa participação dos alunos, o professor estará mediando a ação e motivando os alunos à aprendizagem de novos conceitos, ou mesmo levando-os ao rompimento com ideias fortemente alicerçadas no senso comum.

No primeiro experimento, os alunos participaram da preparação da solução de cátions de prata. A solução aquosa de nitrato de prata deve ser manipulada com o devido cuidado, evitando-se o contato com a pele e os olhos. Com o auxílio de um bastão de silicone e um béquer de vidro, a solução foi agitada até que todo o nitrato de prata fosse dissolvido. Acrescentou-se então a essa solução uma pequena barra de cobre, provocando o fenômeno eletroquímico.

A deposição química da prata (Ag) sobre o bastão de cobre (Cu) é um exemplo de célula galvânica, que ocorreu com o uso de um eletrólito (solução aquosa de nitrato de prata, $AgNO_3$), popularmente conhecido como *banho*. O resultado experimental não foi satisfatório, pois existia muita luz na sala e a prata escureceu com facilidade. Por esse motivo, a experiência não apresentou o recobrimento brilhante que se queria mostrar aos alunos. A reação aconteceu espontaneamente, como mostrado na Figura 1. Nessa reação química, a corrente elétrica não é utilizada para fins de reaproveitamento, como na pilha de Daniel.

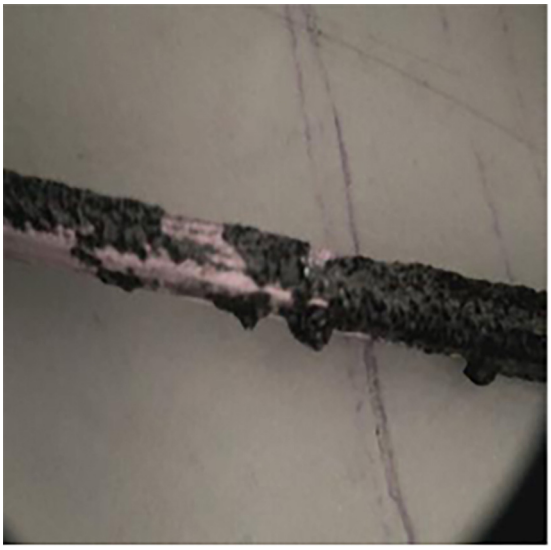


Figura 1: Eletrodo de cobre revestido com prata numa célula eletroquímica de reação espontânea.

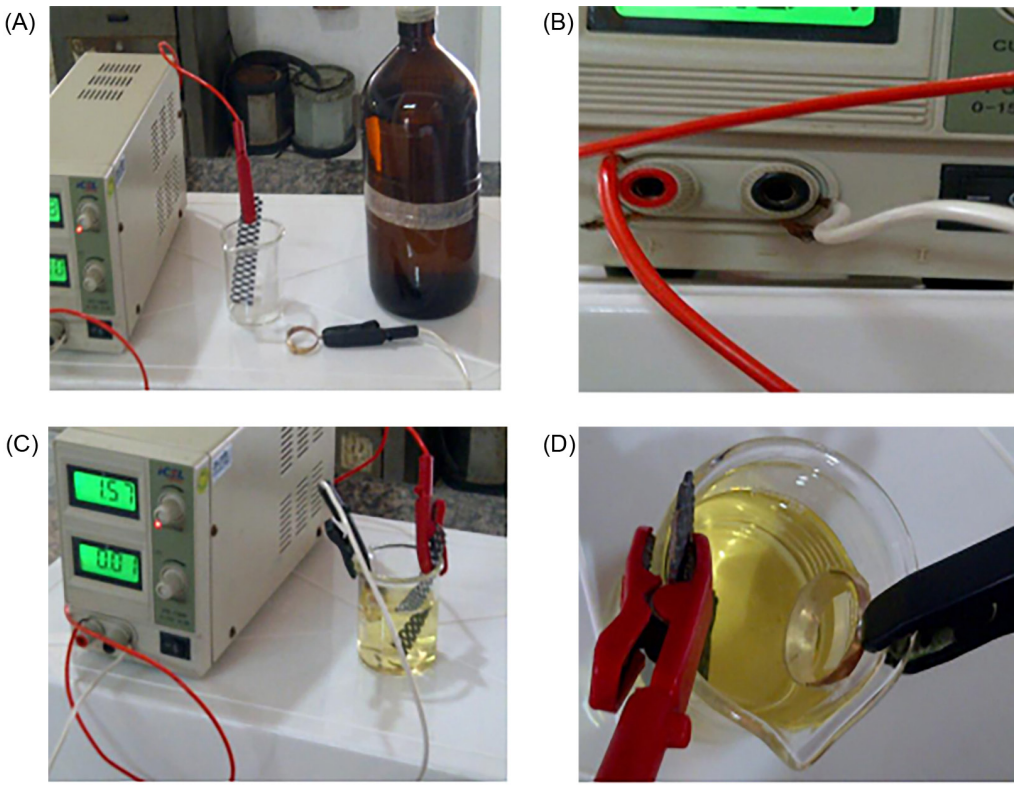


Figura 2: Imagens da célula eletrolítica montada para o processo de deposição de prata em um substrato de cobre: a) Materiais para eletrodeposição; b) Fonte: à esquerda está o anodo (polo positivo) e, à direita, o catodo (polo negativo); c) Experimento em andamento; d) Visão mais próxima da eletrodeposição.

O processo de deposição química consistiu em depositar $Ag^0(s)$ sobre o substrato de $Cu^0(s)$. O depósito é formado pela redução dos íons do metal de interesse, $Ag^+(aq)$, na superfície de cobre, o que se denomina reação catódica, e pela perda de elétrons do $Cu^0(s)$, gerando o $Cu^{2+}(aq)$, o que se denomina reação anódica. Assim, qualquer reação química que aconteça sem a necessidade de fornecimento de energia elétrica será um processo espontâneo. As semi-reações encontram-se em (1) e (2):

$$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag^0(s) \qquad E^0 = +0{,}799\ V \qquad (1)$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu^0(s) \qquad E^0 = +0{,}337\ V \qquad (2)$$

A reação global está representada em (3):

$$2\,Ag^+(aq) + Cu^0(s) \rightarrow 2\,Ag^0(s) + Cu^{2+}(aq) \qquad E^0 = +0{,}462\ V \qquad (3)$$

Após a explicação desses conceitos aos alunos, realizou-se o experimento de eletrodeposição. Nesse momento, o experimento foi realizado de forma demonstrativa, sem que os estudantes manipulassem os reagentes, pois foi utilizado cianeto de sódio. Esse reagente é bastante tóxico, devendo ser mantido afastado dos alunos.

Utilizando como catodo da célula um anel de latão (Cu 60% e Zn 40%) e, como anodo, uma tela de titânio ruteniado, foi necessário fornecer energia elétrica para que ocorresse a deposição de prata, mostrando que ocorre uma reação química não espontânea, conforme representado na Figura 2.

Houve uma descarga de 1,57 V, com a utilização de uma fonte de energia. Nesse processo, o material a ser protegido é colocado como catodo em uma cuba eletrolítica, na qual o eletrólito contém, dissolvido, um sal do metal a ser usado no revestimento. O anodo, por sua vez, pode ser feito também do metal a ser depositado, ou de um material condutor inerte (Gentil, 2007, p. 249). Utilizou-se um anel de latão para sofrer a eletrodeposição, conforme mostra a Figura 3, por se acreditar que uma joia causaria maior impacto no sentido de atrair a atenção dos alunos.

De fato, houve o comportamento esperado, pois se percebeu nos educandos o aspecto de descoberta integrada ao seu cotidiano. Esse resultado foi importante, pois conflitou com seu conhecimento prévio de "banho de imersão". Além

Figura 3: Eletrodeposição de prata em um anel de latão.

disso, formou no educando uma identidade com o conteúdo. Na visão de Silva *et al.*, (2009, p.6): "a experimentação é desenvolvida ponderando fatores da contextualização, favorecendo a inter-relação entre diferentes conhecimentos para a construção de significados novos". Desse modo, a experimentação ganhou sentido para o aluno, que percebeu uma aplicação tecnológica associada. No final da experimentação, realizou-se uma comparação entre os processos de deposição química e eletrodeposição. Foi percebido, no experimento de eletrodeposição, que o revestimento ficou mais firmemente aderido, e também mais bem distribuído, na superfície do substrato, revelando a importância econômica dessa tecnologia. Giordan (1999, p. 46) afirma que: "ao professor é atribuído o papel de líder e organizador do coletivo", e essa influência na formação de seus educandos talvez seja um dos valores de um educador comprometido.

A capacidade de relacionar a experimentação com o meio em que os alunos estão inseridos traz consigo o objetivo de capacitá-los, também, para entender melhor o mundo onde vivem, produzindo motivação suficiente para encontrarem razões para os fenômenos que os rodeiam. No entender de Silva *et al.* (2009, p. 2) "o emprego da vida cotidiana como conceito central para a aprendizagem de conteúdos científicos traz implícita uma concepção do ensino de ciências [:...] despertar o interesse pela ciência nos alunos".

O experimento foi encerrado comentando-se sobre as principais utilizações da eletrodeposição no cotidiano, como, por exemplo, na produção de bijuterias. Quanto maior a espessura do revestimento nas peças, maior valor agregado ela terá – bem como terá maior durabilidade, devido à proteção do substrato. Dessa forma, o embelezamento e a melhoria das características físicas de um objeto podem levar os alunos a intervir sobre o cotidiano como pessoas alfabetizadas cientificamente quanto à temática, tanto porque reconhecem a qualidade quanto pela decisão de escolherem uma joia "banhada" ou "folheada".

Com a finalidade de avaliar se a proposta pedagógica obteve êxito, uma pergunta a esse respeito foi elaborada. A resposta foi positiva, apontando o percentual de 76% dos alunos que acharam a aula ótima, e 24% que consideraram a aula boa, sugerindo a utilidade de se trabalhar a experimentação no ensino de eletroquímica. Um dos depoimentos dos discentes remete ao aspecto significativo da atividade experimental: "Descobri coisas que não imaginava ocorrer através da eletroquímica".

Segundo Caramel e Pacca (2011), existe uma deficiente apropriação da linguagem específica de eletroquímica, que adquire sentidos diferentes da Química oficialmente aceita, como, por exemplo, os termos oxidação, redução, íons, cátions e ânions. Por isso, solicitou-se aos alunos que desenhassem os conhecimentos apreendidos por meio da experimentação. Por meio dessa atividade, podem-se obter conclusões sobre conceitos aprendidos. Na Figura 04, percebe-se uma evolução nos desenhos quanto à aprendizagem de uma célula eletrolítica.

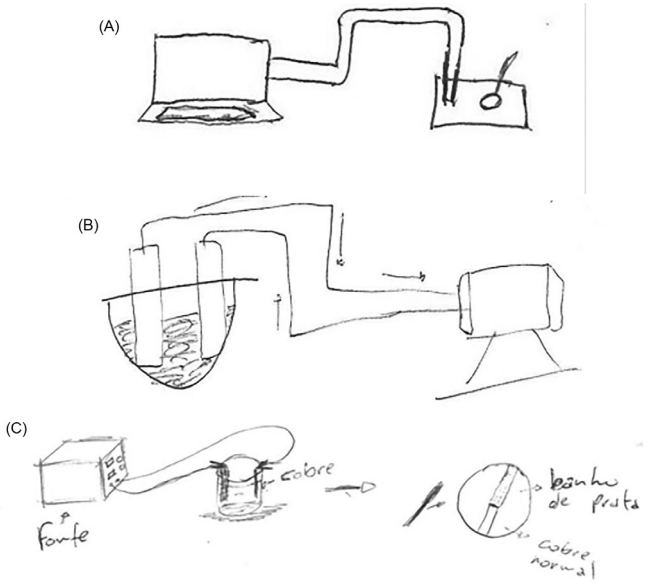


Figura 4: Desenhos elaborados por alunos para representar a eletrodeposição, um processo não espontâneo.

Na ilustração "a", o aluno despreza totalmente a corrente de elétrons e o circuito fechado, acreditando que para a reação ocorrer é necessário apenas uma fonte externa de energia e um fio ligado à solução. Nota-se, ainda, que um dos fios não está ligado ao anel de cobre e, assim, a eletrodeposição nunca aconteceria. Esta concepção alternativa está de acordo com o observado por Caramel e Pacca (2011, p. 23):

> [...] *a corrente elétrica se estabelece sem um circuito fechado; o fato de só considerarem a corrente eletrônica e os erros conceituais de significação relativos às reações de óxido-redução parecem ser os pontos fundamentais que tornam sem sentido para o aluno o entendimento do funcionamento da pilha e a realização de uma eletrólise.*

A presença de dois fios saindo da fonte externa foi observada, como demonstra a ilustração "b". A figura mostra que os eletrodos estão ligados, formando um circuito fechado, e evidencia também a circulação externa da corrente de elétrons. Porém, a figura não incluiu a reação de deposição do revestimento da prata no cobre, a condução no eletrólito, e desprezou totalmente o substrato na forma de anel. Essa concepção alternativa é macroscópica, implicando na não observação das reações de oxirredução.

É possível perceber, conforme ilustração "c", que o aluno não só entendeu a célula eletrolítica estudada, como conseguiu visualizar o produto final numa concepção apenas macroscópica, pois não apresentou a condução de corrente de elétrons nos fios do sistema, a condução no eletrólito nem a reação de oxirredução. Isto indica quão difícil é, para o aluno, o exercício da abstração.

Essas ilustrações apresentam a oportunidade de o aluno representar no papel suas impressões sobre as células eletroquímicas. À medida que os desenhos vão sendo produzidos, começa a se perceber o olhar dos alunos sobre aquilo que

observaram. Assim, com base nesses desenhos, que fornecem indícios do que não foi apreendido, o professor pode intervir significativamente para consolidar a aprendizagem, por meio de novos recursos didáticos.

A Figura 05 ilustra a célula eletrolítica utilizada. Foi feita uma eletrodeposição, na qual uma corrente contínua de 0,010 amperes foi forçada a passar pelos eletrodos e pela solução a uma tensão de 1,57 volts, fazendo com que os íons do metal (Ag^+), que produzem o revestimento de prata, fossem depositados.

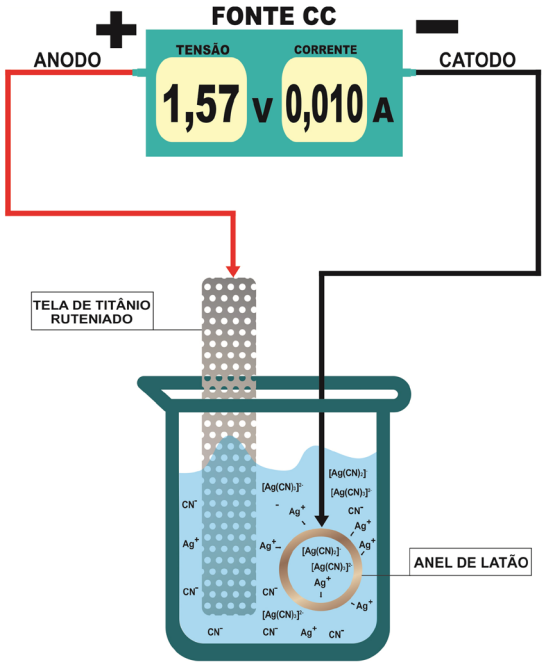


Figura 5: Ilustração elaborada pelos autores do presente artigo para representar a eletrodeposição.

O objeto de latão foi revestido com prata, metal mais nobre e menos reativo, formando um recobrimento de proteção, a fim de proteger o latão do contato com o ar e a umidade, e assim evitando a corrosão. A semi-reação de deposição catódica está representada em (4):

$$AgCN\,(aq) + e^- \rightarrow Ag^0\,(s) + CN^-\,(aq) \quad E^0 = -0{,}018\ V \quad (4)$$

É importante mencionar que pode ocorrer redução da água sobre o catodo, formando H_2 (g), em condição de sobrepotencial, concorrendo paralelamente com a reação de redução da prata, conforme representado pela equação (5). Isso prejudica a qualidade do recobrimento, diminuindo a sua aderência, uniformidade, brilho e proteção contra a corrosão do substrato.

$$2\,H_2O\,(\ell) + 2e^- \rightarrow H_2\,(g) + 2\,OH^-\,(aq) \quad E^0 = -0{,}828\ V \quad (5)$$

A adição de mais cianeto de sódio à solução contendo íons Ag^+ forma os íons complexos $[Ag(CN)_2]^-(aq)$ e $[Ag(CN)_3]^{2-}(aq)$, que concorrem na eletrodeposição, melhorando a eficiência e a qualidade do depósito. Os respectivos potenciais de redução são apresentados em (6) e (7) (Bard *et al*., 1985):

$$[Ag(CN)_2]^-(aq) + e^- \rightarrow Ag\,(s) + 2\,CN^-\,(aq) \quad E^0 = -0{,}310 \quad (6)$$

$$[Ag(CN)_3]^{2-}(aq) + e^- \rightarrow Ag\,(s) + 3\,CN^-\,(aq) \quad E^0 = -0{,}500 \quad (7)$$

No entender de Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 327) a experimentação "precisa ter como objetivo a aprendizagem dos alunos mais do que a transmissão de algum conhecimento pela prática. Para isso precisa estar atento ao aluno, percebendo seu conhecimento e suas dificuldades". Trabalhando dessa forma, o professor estará considerando as concepções dos alunos e respeitando o ritmo de cada pessoa, porque cada um tem um tempo e uma maneira de internalizar seu aprendizado.

A maioria dos alunos, no momento em que se manifestaram sobre uma célula galvânica, o fez segundo a Figura 06. Nela, é possível visualizar o recobrimento final, porém não o desenho da célula eletroquímica que deu origem a esse produto, indicando que os alunos observaram com maior atenção o produto final, mas não construíram um conhecimento científico mais aprofundado.

Figura 6: Desenho elaborado por um aluno para representar a deposição química, um processo espontâneo.

Na última pergunta, foi solicitado aos aprendizes que conceituassem as diferenças existentes entre as células eletroquímicas estudadas. Um percentual de 56% dos discentes conceituou corretamente, e 44% confundiram as respostas. Assim sendo, a maioria dos alunos conseguiu compreender melhor a eletroquímica, o que foi observado também através dos desenhos, conforme a Figura 07. Nessa figura, percebe-se que o próprio aluno apresenta outra aplicação da eletroquímica, o carro elétrico.

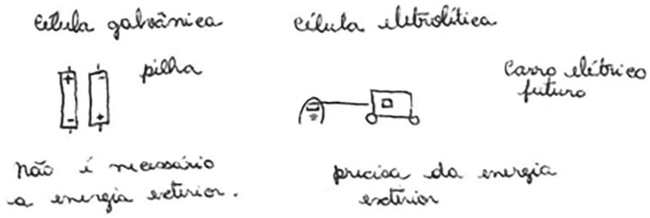


Figura 7: Desenho ilustrativo de um aluno, referente às diferenças entre células eletrolíticas e galvânicas.

Os depoimentos obtidos em resposta a esta questão podem nos levar a indagar sobre o ensino que se quer. Em um comentário, o aluno aborda os conceitos de células eletroquímicas nos seguintes termos: "Eletrolítica: há transformação de energia e precisa de uma fonte" e "Galvânica: não precisa de energia externa", o que pode ser considerado válido.

Ele evoca que é a energia de um trabalho elétrico que faz a transformação química acontecer, mostrando uma percepção aguçada emitida pelo estudante.

Houve, no entanto, depoimentos equivocados, como, por exemplo: "As células galvânicas são as que precisam de energia para funcionar, as células eletrolíticas são as que possuem energia elétrica". O que se percebe neste último comentário é a tentativa de memorizar e não de compreender, evidenciando um condicionamento alicerçado no ensino tradicional.

Algumas formas diferenciadas de abordagem dos conteúdos de eletroquímica em sala de aula proporcionam mais interesse e aprendizagem aos alunos. Uma dessas formas, a atividade experimental no ensino de Química, apresenta-se como maneira de promover a integração entre aluno, professor e suas realidades. Conceitos de eletroquímica podem ganhar valor para os alunos, por meio de atividades como a do uso de um anel, na qual lhes foi possível compreender o experimento de eletrodeposição em uma aplicação tecnológica integrada ao seu dia-a-dia. A eletrodeposição deixa as peças mais atraentes para serem comercializadas, como foi o caso do anel que passou por processos de prateação, obtendo a aparência desse metal mais nobre. Assim, os estudantes foram incentivados a ir além de seus pensamentos do senso comum.

Considerações Finais

O objetivo principal dos experimentos realizados foi atingido, pois os alunos conseguiram distinguir a diferença entre uma célula eletrolítica e uma célula galvânica, analisadas pelas representações em forma de desenhos das células eletroquímicas. O processo de obtenção de novas concepções está representado nos desenhos. O senso comum de que um metal folheado a ouro era produzido através de um *banho de imersão* foi questionado. Sendo o desenho uma fonte de observação, notou-se um desenvolvimento da aprendizagem do aluno, ao exteriorizar uma etapa da construção de sua nova percepção. O conhecimento das etapas evolutivas do processo de ensino e aprendizagem fornece ao professor dados relevantes sobre a mudança de comportamento dos alunos. Outro resultado positivo é aquele que leva o docente a refletir sobre sua prática, buscando ampliá-la e sempre melhorá-la. Consideramos que as atividades descritas devem ser ampliadas, levando-se em conta que elas contribuem para complementar as atividades constantes nas unidades de ensino dos livros didáticos, nem sempre voltadas para as experimentações do tipo aqui apresentadas.

O dinamismo da aula experimental implicou em uma reorganização interna, tanto do ponto de vista do docente quanto do discente, possibilitando ao estudante a evolução da aprendizagem de conceitos científicos por meio da utilização dos desenhos. As lacunas que ocorreram durante o processo devem ser trabalhadas, a fim de que se entenda como acontece a transformação de um cátion em um sólido que adere à superfície do metal a ser revestido. Outro ponto importante para se discutir são os impactos gerados ao meio ambiente pelos resíduos da eletrodeposição.

Bárbara dos Santos Juca Barreto (barbara_juca@hotmail.com) é licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Carlos Henrique Batista** (chenriqueb@ig.com.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Sergipe (2001) e mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes (2008), é Professor Nível II da Prefeitura Municipal de Nossa Senhora da Glória, Professor Nível II do Governo do Estado de Sergipe e doutorando em Engenharia de Materiais na UFS - São Cristóvão, na área de eletrodeposição. Aracaju, SE – BR. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara_aju@yahoo.com.br), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo (2010), mestra em Química (1999) e doutora em Engenharia Química pela Unicamp (2004), é pesquisadora no Instituto de Pesquisa Interinstitucional de Sergipe (IPISE) da Faculdade Pio Décimo. Aracaju, SE – BR.

Referências

BARD, A. J.; PARSONS, R.; JORDAN, J. Standard Potentials in Aqueous Solution**,** Mercel Dekker, Inc., New York, p. 305, 1985.

CARAMEL, N.J.C.; PACCA, J.L.A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. Caderno Brasileiro Ensino de Física, n. 28, p. 7-26, 2011**.**

CASTILHO, R.A. Experimentação em sala de aula. In: Dia-a-dia Educação – Portal Educacional do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/116-4.pdf> Acesso em: 27 de mar. de 2015.

GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F.P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química**.** Química Nova, n. 27, p.326-331, 2004.

GENTIL, V. Corrosão. 5ª. ed.- Rio de Janeiro: LTC, 2007.

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

SANJUAN, M.E.C., SANTOS, C.V., MAIA, J.O.; SILVA, A.F.A., WARTHA, E.J. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. Química Nova na Escola, n. 31, p. 190-197, 2009.

SILVA, R.T.; CURSINO, A.C.T; AIRES, J.A.; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção "Experimentação no ensino de química" da revista Química Nova na Escola 2000-2008. Ensaio, Pesquisa, Educação e Ciência, n.11, p. 2. 2009.

Abstract: *Electrochemical cells, everyday life and students' concepts.* Batteries are recurring electrochemistry themes in High School textbooks. However, few of them address electrodeposition processes. This paper aims at presenting a methodology to approach the teaching of electrodeposition and to assess its results. Two didactic experiments were carried out: a chemical deposition of silver on a copper rod; and the silver plating of a brass ring. They served to teach two reaction types: spontaneous and non spontaneous reactions. Students' learning was assessed by means of illustrations of the experiments. Conceptions held by senior high school students from State School Manoel Messias Feitosa, in Nossa Senhora da Glória, SE, were so represented. The analysis of such representations revealed a development of more scientific conceptions if compared to common sense about phenomena of chemical deposition and electroplating.
Keywords: electrochemistry, experimentation, electrodeposition.