



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

ENSINO DE QUÍMICA: DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTO DIDÁTICO DE GALVANOPLASTIA UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Antonio Zilverlan Germano Matos ¹; Marco Aurélio da Silva Coutinho²; Eziel Cardoso da Silva³; Abrão Leal Alves⁴; Francisco Dhiêgo Silveira Figueiredo ⁵

^{1,2,3,4}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí –IFPI, ⁵Universidade Federal do Piauí – UFPI

E-mail: zilverlan@gmail.com¹, marcoareliocoutinho@hotmail.com², ezielcardoso@gmail.com³,
leal_abraao@hotmail.com⁴, dhiago_figueiredo@hotmail.com⁵

Resumo: A falta de motivação dos alunos pelo estudo da Química se deve, em boa parte, da ausência de atividades experimentais que possam relacionar a teoria e a prática. Os profissionais de ensino, afirmam que este problema, quase sempre, é devido à falta de laboratórios ou de equipamentos, o que inviabiliza a realização de aulas práticas. Uma alternativa viável para suprir esta carência de equipamentos experimentais no laboratório seria a montagem e utilização de experimentos feitos com materiais de baixo custo, pois estes, são simples de serem construídos, são baratos e envolvem os alunos em seu processo de construção, aumentando assim seu conhecimento com relação ao assunto abordado. Então o presente trabalho desenvolveu-se na perspectiva de colocar em discussão a relevância da adesão e utilização de atividades experimentais no ensino de química, utilizando materiais de fácil acesso e de fácil manipulação. Procurou-se mostrar como essas atividades práticas podem ser importantes para a fixação de conteúdos teóricos ensinados na sala de aula, além de proporcionar ao aluno uma compreensão mais científica das transformações que ocorrem com a matéria, proporcionando ao discente uma aula mais dinâmica e prazerosa. O experimento realizado envolveu fenômenos da eletrólise, em que uma peça metálica foi recoberta por uma camada de cobre metálico por meio da galvanoplastia, verificou-se ainda que a eletrodeposição total de cobre no objeto metálico ocorreu dentro do tempo de uma aula, o que confirma ainda mais a possibilidade de implementação de experimentos alternativos simples dessa natureza em práticas pedagógicas no ensino da Química.

Palavras-chave: Ensino de Química, Aula prática, Eletroquímica, Galvanoplastia, eletrodeposição de cobre.

1 INTRODUÇÃO

Práticas experimentais atuam de forma importante no ensino da Química, e desta forma são alvos de estudo e observações, pois constituem um recurso pedagógico comprovadamente eficiente que auxilia no processo de ensino-aprendizagem. As aulas práticas são extremamente ricas em termos de aprendizagem, pois quando seguidas de discussão cujo objetivo seja a interpretação dos resultados, favorecem a construção do conhecimento (GALIAZZI, 2005).

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

A Química enquanto ciência estuda a matéria, as transformações sofridas por ela, bem como as energias envolvidas em tais modificações. Ressalta-se também que a Química é entendida como pertencente à área das ciências naturais, pois tem em sua essência os fenômenos que ocorrem na natureza. Segundo São Paulo (1988), verifica-se que o ensino de química pode ser motivador, desde que se utilize de métodos de ensino-aprendizagem diferenciados, contextualizados e que estejam voltados para a vida cotidiana. Neste aspecto, surge a necessidade de se ter atividades experimentais, pois proporcionam ao estudante uma compreensão mais ampla e eficiente das transformações que nela ocorrem (AMARAL, 1996).

Giordan (1999) reconhece as aulas práticas como uma prática de ensino eficaz. Isto se deve ao fato de que os alunos são motivados a entender os fenômenos a partir da própria observação experimentada por estes. Também, as aulas práticas aumentam o contato dos alunos com os fenômenos químicos e possibilitam aos mesmos uma interpretação mais realista e próxima do contexto de vida que o cerca quotidianamente. A experimentação estimula a aprendizagem sobre a natureza das substâncias envolvidas nas reações químicas observadas, além de motivar a ocorrência de trocas de opiniões e a procura de significados entre eles e o docente.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, as aulas teóricas, em muitos momentos, levam o aluno a memorizar conteúdos, o que não contribui, de forma significativa, para o desenvolvimento de habilidades como de interpretar, relacionar e entender. Isso demonstra a importância de aulas experimentais para o ensino de Química, pois a atividade prática estimula à aprendizagem, uma vez que aproxima o aluno de conteúdos antes abstratos e sem relação alguma com a realidade deste (BRASIL, 1999).

A inserção do conhecimento científico nas escolas do ensino básico ainda se encontra de certa forma distanciado da experimentação. Isto tem relação com problemas tais como: a falta de materiais necessários para as práticas; ausências de laboratórios nas instituições de ensino que permitam o desenvolvimento de experimentos científicos; a carga horária muito reduzida, que não permite o desenvolvimento de outras metodologias alternativas de ensino; bem como a falta de professores qualificados e que tenham o real interesse de desenvolver tais práticas em âmbito de sala de aula (SILVA; ZANON, 2000).

Segundo Wisniewski (1990) uma maneira adequada para repor a falta de equipamentos experimentais no laboratório é o desenvolvimento e utilização de experimentos

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

feitos com materiais de baixo custo. Estes materiais de baixo custo permitem até mesmo a improvisação de experimentos dentro da própria sala de aula, caso o centro de ensino não disponha de ambiente próprio para a realização de ensaios científicos.

A importância desses materiais se faz em sua própria característica, pois a construção do experimento se desenvolverá de forma simples, com a utilização de materiais economicamente viáveis, além de permitir envolver os próprios alunos no processo de construção do experimento; aumentando, assim, o compromisso dos alunos com o processo de ensino (WISNIEWSKI, 1990).

Aulas experimentais que envolvem a eletroquímica são relevantes no desenvolvimento, em sala de aula, de conceitos de reações de oxirredução, principalmente relacionados a fenômenos macroscópicos quando são facilmente visíveis (FINAZZI *et al.*, 2016). As propostas de metodologias pedagógicas sobre o tema Eletroquímica (FRAÇA, *et al.*, 2012; FERREIRA; CHAVES, 2011; ARAÚJO *et al.*, 2012) que frequentemente têm sido divulgadas para o Ensino Médio estão voltadas para aspectos mais superficiais em termos de conteúdo (FRAGAL, 2011; SANJUA *et al.*, 2009).

Tais temas podem, por exemplo, conceituar as reações de oxidação, utilizando, por exemplo, práticas que envolvem o ferro exposto ao ar (FRAGAL, 2011; SANJUA *et al.*, 2009); a confecção de pilhas de cobre (Cu) e magnésio (Mg) com a utilização de eletrólitos (soluções que conduzem corrente elétrica) de baixo custo (HIOKA, 2000); reação entre íons de Cu(II) e zinco (Zn) metálico, em solução aquosa de sulfato de cobre (CuSO₄) (AGOSTINHO; BERTELLI, 2012) ou construção de pilhas com elementos naturais, tais como: limão, laranja, tomate e batata, e eletrodos de Zn e Cu (SILVA; SILVA; AQUINO, 2014).

Diversos educadores e pesquisadores (GARNETT; TREADGUST, 1992; POSADA, 1994; SANGER; GREENBOWE, 1997; LIMA; RIBEIRO, 2005) têm alertado sobre a maneira como o tema Eletroquímica vem sendo abordado em sala de aula. Esta preocupação é expressa nas palavras de Finazzi *et al.* (2016, p. 113) quando diz que “se por um lado os alunos são mais familiarizados com dispositivos de armazenamento de energia – as pilhas – por outro lado, fenômenos eletrolíticos não são do cotidiano da imensa maioria”. Tal situação é motivo de preocupação em relação à formação profissional do educador, pois levando em consideração esse fato, a eletrólise é um conteúdo que requer maior atenção no campo da Eletroquímica (FINAZZI *et al.*, 2016).

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

Dessa forma, os conceitos vistos em Eletroquímica podem também serem ensinados através da utilização de práticas experimentais. Neste contexto, os experimentos de eletrólise que mostram a eletrodeposição de um metal viabilizado pela aplicação de uma corrente elétrica, onde é possível determinar a massa depositada de metal através da Lei de Faraday, ou então, o recobrimento de um objeto metálico por outro metal mais nobre com a finalidade de tornar a peça metálica visivelmente mais atraente e mais resistente ao fenômeno da oxidação, tornam-se importantes do ponto de vista didático, pois permite que o professor envolva os alunos durante a construção do experimento e, conseqüentemente, possibilite a aproximação destes com os conteúdos em estudo, passando o aluno de sujeito passivo para ativo (FRAGAL, 2011; EGGEN *et al.*, 2012).

A eletrólise é um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da corrente elétrica. Em resumo, procede-se primeiro à dissociação do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, obtêm-se os elementos químicos. O processo da eletrólise é uma reação de oxidação e redução sendo, portanto um fenômeno físico-químico não espontâneo devido a necessidade de energia para que o mesmo ocorra (ATKINS; PAULA, 2012).

Na eletrólise por via aquosa, temos os íons da dissociação iônica do eletrólito, e também cátions e ânions resultantes da auto ionização da água. Nesse contexto, o eletrólito é uma espécie química que, uma vez dissolvido em um dado solvente, produz uma solução com condutividade elétrica superior a condutividade do solvente. Em água, sais como o cloreto de sódio, ácidos como o ácido sulfúrico e bases como o hidróxido de sódio, serão eletrólitos (LOBO, 1996).

Sabe-se que as técnicas de eletrodeposição em geral utilizam materiais ou reagentes de elevado custo, além de necessitar de condições controladas para experimentação (BEAMISH, 1969). Nesse contexto de controle das condições experimentais, pode-se citar o cobre como exceção, pois o fenômeno de eletrodeposição com este material é facilmente percebido, não necessitando equipamentos especializados para verificação dos resultados. Estudos têm mostrado que em processo como eletrogravimetria é possível obter 99% de cobre em massa a partir de uma amostra inicial (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Diante de tais características do cobre, a eletrodeposição deste metal desperta interesse do ponto de vista didático (FINAZZI *et al.*, 2016).

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

A galvanoplastia é uma técnica de eletrodeposição, que consiste em revestir um metal por outro a fim de protegê-lo contra a corrosão ou melhorar sua aparência. Trata-se de um processo de revestimento de superfícies por meio da eletrólise onde o metal a ser revestido funciona como cátodo e o metal que irá revestir a peça funciona como o ânodo (PEREIRA NETO *et al*, 2008). Essa técnica por ser de fácil execução e por permitir a utilização de materiais de baixo custo, será uma opção pertinente para as escolas de ensino básico.

Tendo em vista a importância da experimentação no ensino de química faz-se, pois, oportuno o uso desta prática para auxiliar no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Também esta prática servirá para o aprimoramento do processo de aprendizagem dos conteúdos de Química tratados no nível de ensino médio e superior.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um experimento prático didático, utilizando materiais de baixo custo, onde foi desenvolvida uma eletrodeposição de cobre em uma peça metálica. O processo de eletrodeposição ocorreu através da técnica conhecida como galvanoplastia, a qual está relacionada diretamente com o fenômeno da eletrólise. A escolha da prática experimental está embasada no pressuposto de que além do desenvolvimento de habilidades procedimentais, a experimentação permite também aos alunos uma melhor compreensão dos fenômenos químicos, além de aumentar a participação dos discentes no processo de ensino-aprendizagem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

- Água da rede pública de distribuição;
- Objeto metálico (colher de sopa);
- Fios de cobre;
- Placa de cobre de 1 mm de espessura por 1 cm² de área;
- Fonte elétrica contínua;
- Carregador de celular de 9,0 V;
- Recipiente de vidro de 500 ml;
- Sulfato de cobre penta-hidratado.



Confeções dos Eletrodos

Os eletrodos foram feitos a partir de 2 pedaços de fios elétricos de cobre e 1 placa de cobre, ambos doados pela Universidade Aberta do Brasil (UAB) do polo de Castelo do Piauí. Os dois fios foram desencapados em suas extremidades; sendo que para um dos fios, a uma extremidade prendeu-se uma colher metálica, enquanto a outra extremidade do mesmo fio ficou livre para ser fixada ao carregador de celular. Ao segundo fio, fixou-se a placa de cobre em uma das extremidades deste, enquanto a outra extremidade permaneceu livre para ser fixada ao carregador de celular como mostrado na **Figura 1**.

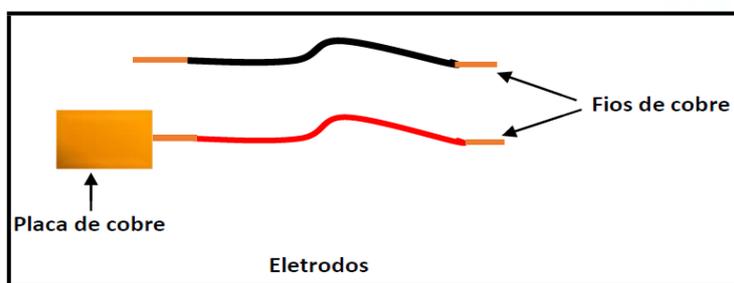


Figura 1. Representação dos eletrodos utilizados na eletrodeposição

Preparo da solução Eletrolítica Utilizada na Eletrodeposição

Adicionou-se duas colheres de sopa (~25g) de sulfato de cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) (marca Vetec, doada pela UAB de Castelo do Piauí), ao recipiente de vidro contendo cerca de 300 ml de água. Em seguida, agitou-se a solução até a completa dissolução do sal de cobre em água.

Procedimento para a Eletrodeposição

A montagem do sistema teve início conectando-se as extremidades dos fios, que constituem os eletrodos, aos fios do carregador de celular, tendo o devido cuidado de conectar o fio, o qual a colher estava presa, isto corresponderá ao polo negativo do sistema, e no outro fio do carregador (polo positivo) conectou-se a extremidade do fio, o qual estava a placa de cobre.



Em seguida, levou-se os eletrodos à solução de sulfato de cobre, atentando para que estes eletrodos não entrassem em contato. Por fim, o carregador de celular foi ligado na fonte de energia elétrica, dando início a eletrólise. A **Figura 2** mostra o esquema do sistema eletrolítico empregado no experimento.

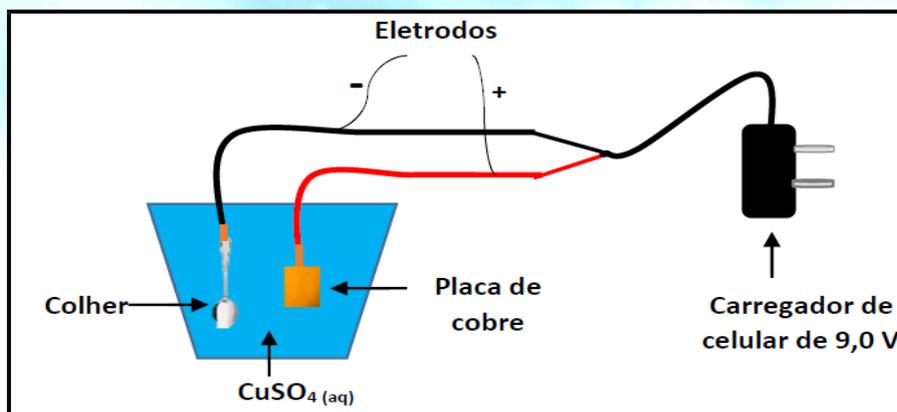


Figura 2. Esquema do sistema eletrolítico utilizado na eletrodeposição de cobre na peça metálica (colher).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma célula eletrolítica, mostrada na **Figura 3**, é constituída de dois eletrodos – o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo) –, mergulhados em uma solução aquosa contendo íons, e ainda por uma fonte externa que fornecerá energia a essa célula, produzindo reações de oxidação e redução não espontâneas nos eletrodos (SARTORI *et al.*, 2012).

Na galvanoplastia o objeto sobre o qual receberá o revestimento metálico deve compor o eletrodo negativo; por outro lado, o eletrodo positivo é geralmente, uma amostra do próprio metal a ser depositado.

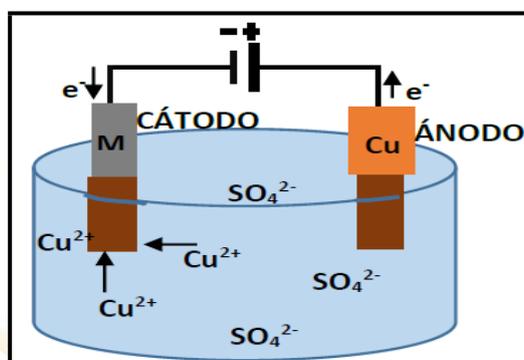


Figura 3. Ilustração de uma cuba eletrolítica utilizada no processo de galvanoplastia.



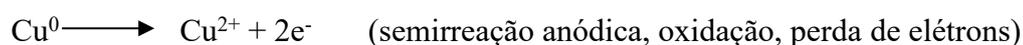
III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

A solução eletrolítica é um sal de cobre (Cu). Quando a corrente elétrica passar através da solução, os cátions metálicos serão atraídos para o eletrodo negativo, que constitui a peça a ser revestida.

Na superfície do cátodo, os cátions se descarregam, transformando-se em átomos neutros do metal, que se depositam formando uma camada metálica sobre a peça. À medida que ocorre o descarregamento dos cátions metálicos na solução, estes se depositam no eletrodo negativo, ao mesmo tempo, o eletrodo positivo se dissolve, transformando-se em cátions metálicos dispersos em solução. Dessa maneira, há uma reposição de cátions na solução (GENTIL, 1996).

Na superfície dos eletrodos, positivos e negativos, ocorrem duas reações respectivamente, a anódica, caracterizada pela oxidação do metal e a catódica, que caracteriza o processo de redução dos íons metálicos em solução. As semirreações podem ser representadas através de equações químicas da seguinte maneira:



Reação Global: zero

O começo da cobreação, ou seja, da eletrodeposição de cobre na colher, foi constatada visualmente após o período de 2 minutos (min) contados a partir do início da eletrólise. Com o progresso da experiência, foi possível observar a formação de uma camada de coloração levemente avermelhada na superfície da colher, com esta característica da redução de íons cobre na superfície metálica, confirmando a eletrodeposição.

O experimento em estudo ocorreu a temperatura de ~ 25 °C. Foi utilizado um carregador de celular de 9,0 volts (V) ligado a uma rede elétrica contínua de 220 V. Após aproximadamente 25 min, houve a total cobertura da superfície da peça metálica, veja **Figura 3**, o que de fato caracteriza o processo de galvanoplastia.

Com o término do recobrimento da colher através do processo de eletrodeposição, a peça foi lavada com água corrente, seca e polida com flanela de algodão, com o intuito de deixá-la mais brilhosa. A **Figura 3** mostra o sistema eletrolítico empregado no experimento e as situações inicial e final da eletrodeposição de cobre na peça metálica, onde se pode



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

visualizar a peça metálica antes do cobreamento eletrolítico e após ser totalmente revestido com cobre metálico.



Figura 3. Sistema eletrolítico (esquerda), colher antes da cobreação (centro) e após a deposição de cobre (direita)

A foto acima mostra o sistema real que foi utilizado nesta pesquisa, onde pode-se observar o aparato eletrolítico formado pelos eletrodos: na cor vermelha, o eletrodo positivo onde se encontra a placa de cobre e o outro eletrodo, na cor preta, o polo negativo contendo a peça metálica representada pela colher. A coloração (azul intenso) da solução eletrolítica observada sugere uma alta concentração de sal de sulfato de cobre dissolvido. Com o intuito de deixar mais visível a camada de cobre eletrodepositada na superfície da colher, removeu-se intencionalmente uma pequena quantidade de cobre na extremidade do cabo da colher.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi desenvolvido neste trabalho um experimento de eletrodeposição de cobre com o emprego de materiais de baixo custo. Desta forma, tal atividade experimental torna-se um exemplo eficiente de aula prática que pode ser desenvolvida com alunos do nível escolar médio e superior, visto que os materiais utilizados são de fácil aquisição, pois são encontrados no dia-a-dia de professores e alunos.

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

A simplicidade do experimento sugere que o aluno seja capaz de absorver o conhecimento de forma mais significativa, uma vez que os fenômenos observados por ele ficam mais visíveis, considerando a baixa complexidade operacional da atividade prática desenvolvida. Seguindo este argumento, percebe-se que uma característica relevante neste estudo foi a simples montagem e execução desta atividade.

A realização de atividades experimentais utilizando matérias de baixo custo apresenta uma série de vantagens, tais como: materiais de fácil obtenção; experimentos facilmente executáveis, o que permite que qualquer professor com a formação mínima de graduação em Química possa realizar o experimento, desde que siga a metodologia desenvolvida aqui; além de fácil compreensão dos alunos, o que se justifica pela simplicidade do experimento.

Diante dos resultados obtidos esta pesquisa mostrou-se bastante promissora, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento do ensino de Química, visto que permitiu a construção dos conceitos teóricos de Eletroquímica; a eletrólise apresentou resultados satisfatórios quando do total cobreamento da colher; além do tempo gasto na eletrodeposição (25 min) que está dentro do tempo de uma aula de ensino médio, que geralmente é de 50 min ou no ensino superior que frequentemente corresponde a 2 horas de aula.

Assim, a prática desenvolvida proporciona a busca de métodos alternativos capazes de inserir a Química na realidade do aluno, contribuindo para torná-lo apto a compreender, interpretar e relacionar/articular com a teoria os conceitos trabalhados na prática. Por outro lado, novos estudos e abordagens semelhantes devem ainda ocorrer na tentativa de melhorar o quadro de ensino estabelecido na educação brasileira.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, S. M. L.; BERTELLI FERRARO, B. Ensino de eletroquímica: proposta de experimentos envolvendo reações de oxido-redução, In: 52º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, Recife/PE, 2012.

ATKINS, P. W.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Volume 1. p. 370-371.

AMARAL, L. **Trabalhos práticos de química**. São Paulo, 1996.

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

ARAÚJO, S. M. F. de *et al.* Confeção de células galvânicas com materiais de baixo custo para otimização de aulas de eletroquímica no ensino médio, In: **64ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC**, São Luís/MA, 2012.

BEAMISH, F. E. A critical review of electroanalytical methods for the noble metals. *Anal. Chim. Acta*, v. 44, n. 2, p. 253-286, 1969.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e Tecnológica. **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias/** Ministério da Educação. Brasília: 1999, p. 62.

EGGEN, P. O. *et al.* Reconstructing Iconic Experiments in Electrochemistry: Experiences from a History of Science Course. **Science and Education**, v. 21, n. 2, p. 179-189, 2012.

FELTRE, Ricardo. **Físico-Química**. 6º Ed. São Paulo. Moderna, 2004.

FERREIRA, J.H.O.; CHAVES, J.A.P. Construção de uma pilha salina com materiais de baixo custo para aulas de eletroquímica no ensino médio, In: **51º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA**, São Luís/MA, 2011.

FINAZZI, G. A. *et al.* Desenvolvimento de experimento didático de eletrogravimetria de baixo custo utilizando princípios da química verde. **Quim. Nova**, Vol. 39, No. 1, 112-117, 2016.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia**. Vol. 1. São Paulo: F.T.D., 2010.

FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P.; RODRIGUES, M. A.; BUZATTO, M. B. P.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola** (Impresso), v. 33, p. 216-222, 2011.

FRANÇA, M. C. *et al.* Recurso didático alternativo para aula de eletroquímica, In: **II CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**, Santo Ângelo, 2012.

GALIAZZI, M.C. Uma sugestão de atividade experimental: A velha vela em questão. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 25-28, 2005.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2007. 353 p. ISBN 9788521615569.

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

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

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

LOBO, V. M. M.; **Portugaliae Electrochimica Acta** 1996,14, 27.

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Deposição eletrolítica catódica e anódica simultâneas para minimizar interferências de cobre e chumbo na determinação espectrofotométrica de cádmio em água e alimentos via reação com verde de malaquita e iodeto. **Quim. Nova**, Vol. 24, N. 6, 743-747, 2001.

PEREIRA NETO, A. *et al.* Alternativas para o tratamento de efluentes da indústria galvânica, **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 13, p. 263-270, 2008.

SANJUAN, M. E. C. *et al.* Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau. São Paulo, SE/SENP, 1988.

SARTORI, E. R. *et al.* Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo. **Química Nova Na Escola**, Vol. 35, Nº 2, p. 107-111, MAIO 2013.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R. (orgs.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**, Piracicaba: Capes/Unimep: Piracicaba, cap. 6, p. 120-153, 2000.

SILVA, R. M. da; SILVA, R. C. da; AQUINO, K. A. da S. Estudo da eletroquímica a partir de pilhas naturais: uma análise de mapas conceituais. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**,v.4, n.2, p. 45-56, 2014.

WISNIEWSKI, G. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais Disponíveis**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 1990.

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br