

O ensino de Eletroquímica: desenvolvimento, aplicação e validação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem

The teaching of electrochemistry: development, application and validation of a Teaching-Learning Sequences

Cléber Thiers da Silva Nunes, Universidade Federal de Sergipe, *Campus*
Professor Alberto Carvalho, Itabaiana. *cleber-sn@hotmail.com*

Ana Alice Santana Lima Dias, Universidade Federal de Sergipe, *Campus*
Professor Alberto Carvalho, Itabaiana. *anaalicelimadiaz@gmail.com*

Adnilde de Jesus Gama, Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor
Alberto Carvalho, Itabaiana. *adn8ufs@yahoo.com.br*

José Lima dos Santos, Colégio Estadual Dr. Augusto César Leite, Itabaiana/SE.
lima.quimica@hotmail.com

Joeliton Chagas Silva, Colégio Roque José de Souza, Campo do Brito/SE.
joelitoncs@hotmail.com

Erivanildo Lopes da Silva, Universidade Federal de Sergipe, *Campus* Professor
Alberto Carvalho, Itabaiana. *erivanildolopes@gmail.com*

Resumo

Uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) é definida por Méheut e Psillos (2004) de forma curricular curta para ensinar conceitos científicos. O trabalho com SEA em sala de aula visa destacar a importância e as contribuições das concepções espontâneas que os estudantes trazem consigo para o processo de ensino-aprendizagem. O presente artigo tem por finalidade apresentar e discutir o processo de validação de uma SEA voltada para o ensino de Eletroquímica. Mediante a análise dos dados fora possível identificar que uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes, do grupo de intervenção e padrão, decorre do emprego dos conceitos usados no ensino de Eletroquímica. A utilização de entrevistas, junto aos estudantes do grupo de intervenção, veio a permitir a identificação do uso correto das terminologias associadas ao ensino de Eletroquímica, contribuindo para o processo de validação da referida SEA.

Palavras chave: sequência de ensino-aprendizagem, validação, eletroquímica

Abstract

A Teaching-Learning Sequence (TLS) is defined by Méheut and Psillos (2004) how a short curriculum to teach scientific concepts. Working with TLS in classroom aims to highlight the importance and contributions of the spontaneous conceptions students bring with them to the teaching-learning process. This article aims to present and discuss the process of validating a TLS facing the teaching of electrochemistry. Through the analysis of data outside can identify

that one of the biggest difficulties faced by students, the intervention group and default, stems from the use of the concepts used in the teaching of electrochemistry. Using interviews with the intervention group students, came to allow for the identification of the correct usage of the terminology associated with the teaching of electrochemistry, contributing to the process of validation of the aforementioned TLS.

Key words: teaching-learning sequence, validation, electrochemistry.

Introdução

Para tornar a aprendizagem dos conceitos químicos efetiva faz-se necessária a adoção de novas práticas, que busquem refletir a atuação docente no processo de ensino-aprendizagem e a inserção de novas abordagens para os conceitos em sala de aula, buscando relevar o contexto social e os conhecimentos que os estudantes possuem.

Sob a finalidade de buscar trabalhar a partir das concepções trazidas pelos estudantes e contribuir com a aprendizagem em sala de aula, torna-se viável a introdução de um currículo curto para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos, como sugerido por Méheut e Psillos (2004). Este recebe a denominação de Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA), termo traduzido do Inglês Teaching-Learning Sequences (TLS), e é moldado sob a forma de uma sequência de aulas, que visa auxiliar os estudantes na compreensão do conhecimento científico.

A abordagem de ensino proposta por Méheut (2005) consiste em projetar um modelo didático que interligue quatro componentes do processo de ensino-aprendizagem, os quais são: o professor, os estudantes, o mundo material e o conhecimento científico. Tais componentes são dispostos nos vértices de um losango, de maneira que o professor e os estudantes estejam ligados pelo eixo pedagógico, traçado por uma linha vertical, o qual reflete o papel do professor, a interação professor-estudantes e as relações entre os estudantes. O eixo epistemológico, representado por uma linha horizontal, é responsável por representar as relações existentes entre o mundo material e o conhecimento científico, como a elaboração dos conceitos e métodos científicos e sua aplicabilidade na sociedade.

No processo de elaboração da SEA, podem-se adotar as ideias apresentadas por Leach e Scott (2002), que consistem na identificação do conteúdo científico a ser desenvolvido e na utilização das concepções espontâneas dos estudantes para delimitar o caminho para a construção da SEA. A investigação realizada, acerca das concepções, é denominada por Leach e Scott (2002) como Demanda de Aprendizagem (DA), a qual pode ser classificada sob três perspectivas: *conceitual* – emprego de fatos do cotidiano pra explicar fenômenos científicos; *epistemológica* – dificuldade de aplicar um conceito em diferentes contextos; e *ontológica* – decorre da associação de uma propriedade de um processo como uma propriedade de um material.

É possível associar a investigação da DA com a problematização do conhecimento proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), os quais expõem que a utilização de problematizações durante a atuação em sala de aula, visa trabalhar com a carga de conhecimento que o estudante possui, e através desta construir o conhecimento científico. O trabalho com problematizações em sala de aula é destacada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) como momentos pedagógicos. São eles: *problematização inicial* – inserção de um contexto em sala de aula, que estimule aos estudantes apresentar suas concepções acerca das situações expostas; *organização do conhecimento* – desenvolvimento de atividades que busquem trabalhar os conceitos necessários para a compreensão da problematização inicial; e *aplicação do conhecimento* – propiciar ao estudante novas

situações, diferentes da problematização inicial, que possam ser analisadas e interpretadas de acordo com os conhecimentos trabalhados no decorrer da organização do conhecimento. Estes momentos permitem a abordagem problemática e a evolução do conhecimento apresentado pelos estudantes.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar e discutir acerca do processo de validação de uma SEA, desenvolvida a partir da investigação da DA, que faz uso de dados coletados por meio de sua aplicação e da investigação sobre o ensino de Eletroquímica no sistema convencional.

Metodologia

A investigação da DA realizada consistiu, inicialmente na realização de reuniões com um dos docentes de Química das escolas incluídas no universo da pesquisa. Através desta parceria foram explanados diferentes conteúdos, como Eletroquímica, Gases e Estequiometria, que apontam dificuldades de aprendizagem por parte dos estudantes.

A partir da investigação realizada optou-se por projetar uma SEA que contemplasse o ensino de Eletroquímica, e seguindo a problematização e contextualização dos conhecimentos decidiu-se trabalhar a temática da “água do mar”, devido a variedade de situações que envolvem conceitos eletroquímicos na busca de explicações.

O estudo apresentado por Velleca *et al.* (2005) veio a contribuir para o desenvolvimento da SEA. Através do qual é possível afirmar que as dificuldades dos estudantes se relacionam às terminologias e interpretação dos conceitos abordados no ensino de Eletroquímica, o que infere a necessidade de elaboração de materiais didáticos.

Para avaliar a SEA foram adotados os critérios de pesquisa e investigação de Nurkka (2008) associados à validação de materiais didáticos de Méheut (2005). No estudo apresentado por Nurkka (2008) o processo de investigação se apresenta dividido em quatro etapas: estudo piloto I; estudo piloto II; experiência de ensino I; e experiência de ensino II. Para o presente trabalho, a aplicação da SEA empregada como objeto de investigação se enquadra na primeira etapa, o estudo piloto I, no qual Nurkka (2008) traz as seguintes orientações: professor atua enquanto pesquisador; aplicação de pré e pós-teste; entrevista com os estudantes envolvidos; e observação do material de escrita dos estudantes.

O processo de validação de materiais didáticos proposto por Méheut (2005) consiste em avaliar o desenvolvimento e aplicação de novas propostas didáticas enquanto alternativa ao sistema convencional de ensino. A validação é vista sob duas perspectivas: a priori e a posteriori. Seguindo a validação a priori são analisadas as dimensões: *epistemológica; psico-cognitiva e didática.*

O presente trabalho baseia-se na validação a posteriori, a qual se divide em dois estudos: interno e externo. A validação interna se constitui na análise da intervenção proposta, por meio de observações do desenvolvimento das aulas. De modo a realizar este estudo buscou-se utilizar o pré-teste a fim de levantar as concepções espontâneas dos estudantes sobre Eletroquímica, e do pós-teste para verificar a evolução dos conhecimentos dos estudantes envolvidos na aplicação da SEA.

A validação externa é realizada por meio da comparação de dados entre dois grupos de estudantes oriundos de um mesmo contexto, mas que passaram por processos distintos de ensino-aprendizagem. Para coletar dados para este estudo aplicou-se o mesmo pós-teste da validação interna em turmas do sistema convencional de ensino.

O estudo realizado através da validação a posteriori de Méheut (2005), condiz com as ideias

do estudo piloto I, proposto por Nurkka (2008), sendo que este propõe a realização de entrevistas, acerca da aplicação de novas práticas em sala de aula. A entrevista ocorreu em meio à execução de dois experimentos, um que retratava a eletrólise aquosa com eletrodos de latão (chave) e Cobre imersos em solução de Sulfato de Cobre, e outro que se imergia de um prego (Ferro) em solução de Sulfato de Cobre.

O universo da pesquisa foi constituído por três escolas públicas de Ensino Médio na região agreste de Sergipe, e apresentam-se como alvos estudantes do ensino secundarista na faixa etária dos 16 aos 20 anos, residentes nas cidades da referida região.

Na presente pesquisa estão envolvidas oito turmas, em média de 15 estudantes por turma, com a finalidade de diminuir as variáveis de confusão e garantir a fidelidade dos resultados expostos. Das oito turmas, quatro são formadas por estudantes que participaram da aplicação da SEA, este grupo de estudantes (n=58) recebe a denominação de Grupo de Intervenção (GI). As outras quatro turmas são formadas por estudantes (n=58) provenientes do ensino convencional, e para a discussão dos dados coletados acerca deste grupo, denominou-se de Grupo Padrão (GP).

Os dados coletados foram analisados e categorizados conforme as orientações de Bardin (2011), o qual indica a necessidade de organização dos dados em três etapas: a pré-análise – organização do material a ser analisado e sistematização das ideias iniciais; a exploração do material – a qual consiste na categorização dos dados e indicação das unidades de registro e de contexto; e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação – os resultados são tratados de maneira significativa, por meio da realização de inferência e destaques sobre o objeto analisado.

Resultados e Discussão

Dos pré-testes

Para a compreensão dos processos eletroquímicos é necessário que o indivíduo apresente alguns conceitos formados, dentre eles íons, condução de eletricidade e transferência de elétrons. Partindo disto buscou-se levantar as concepções espontâneas dos estudantes envolvidos acerca destes conceitos, como orienta Leach e Scott (2002) na investigação da DA, através da aplicação de um pré-teste no grupo de estudantes do GI. Este pré-teste não fora empregado no GP, visto que as concepções dos estudantes acerca de Eletroquímica e conceitos afins é posta na discussão apresentada por Velleca *et al.* (2005), que trata das noções de íons, cargas e tendências de oxidação/redução.

No primeiro questionamento do pré-teste buscava-se identificar as concepções dos estudantes sobre a condução de eletricidade em locais onde há a presença de água. De acordo com as respostas obtidas é cabível destacar que do universo de 58 estudantes integrantes do GI, 25 destes fizeram indicações quanto à condução de eletricidade relacionada à água, mas apenas 4 informaram que ela conduz eletricidade por conta da presença de íons. Esta última indicação infere que mesmo com o conceito de íons inserido nas primeiras unidades do ensino secundarista, os estudantes não apresentaram este conceito devidamente formado, o que caracteriza uma DA epistemológica, em que são observadas dificuldades de aplicação de um conceito em diferentes contextos.

Ao prosseguir a análise do primeiro questionamento, pode-se ressaltar que os demais estudantes (33) utilizaram de noções de seu cotidiano, inferindo a existência de uma DA Conceitual. Para explicar a situação exposta, os mesmos utilizaram termos que denotam o impedimento da condução de eletricidade, como isolantes elétricos.

O segundo e terceiro questionamentos retratavam situações em que se fazia necessária a

obtenção de materiais, como o cloro gasoso para o tratamento de águas e o magnésio metálico para a indústria metalúrgica. Através destes questionamentos buscava-se indagar ao aluno sobre métodos para a obtenção destes materiais. Como resposta, os estudantes envolvidos fizeram a indicação da utilização de processos, sem inferir a natureza deste seja ela química ou física, ou na necessidade da aplicação de outros elementos, como a passagem de corrente elétrica.

Dessa forma, por meio da análise do pré-teste é possível notar que as dificuldades de compreensão do conteúdo de Eletroquímica são decorrentes da inapropriação dos conceitos-base para esta aprendizagem, como íons e condução de eletricidade. Tendo em vista tal indicação é necessário destacar a importância da investigação acerca dos conhecimentos que os estudantes detêm e o emprego deste no planejamento das aulas.

Dos pós-testes

A aplicação do pós-teste segue as ideias de investigação apresentadas por Nurkka (2008) acerca da evolução do conhecimento do grupo de estudantes do GI. Associado a esta investigação é pretendido validar externamente a SEA de acordo com as ideias apresentadas por Méheut (2005), por meio da comparação dos dados obtidos no GI e no GP. O pós-teste continha cinco questionamentos que buscavam abordar os diferentes conceitos trabalhados no ensino de Eletroquímica.

Para o primeiro questionamento buscava-se identificar se os estudantes seriam capazes de utilizar equações químicas, de forma correta, a fim de demonstrar como ocorre o processo de eletrólise ígnea do Cloreto de Sódio (NaCl). A partir deste questionamento verificou-se que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades na utilização de equações químicas, pois 43 estudantes do grupo GI e 51 estudantes do grupo GP optaram por não responderem o questionamento, os que responderam apresentaram respostas confusas. Apenas quatro e cinco estudantes, do GI e GP respectivamente, fizeram uso de equações químicas de forma correta. Os demais, de ambos os grupos, optaram por utilizar explicações que indicassem a espécie a ser oxidada, reduzida, ou características do processo.

Para o segundo questionamento almejava-se a forma dos estudantes explicarem sobre a maresia, fenômeno que ocorre em regiões litorâneas. As respostas obtidas foram agrupadas do seguinte modo:

Categoria	GI	GP	Respostas apresentadas pelos estudantes
Maresia	44	31	GI: O que explica esse fato é a maresia: corrente de ar, junto com o sal que vem do mar. Como temos a presença do sal e da água, a oxidação do ferro é acelerada, causando ferrugem nos eletrodomésticos.
			GP: Os eletrodomésticos se desgastaram mais rápido por causa da maresia.
Umidade	16	16	GI: A umidade do ambiente fez com que as coisas estragassem
			GP: Por se tratar de um lugar frio e úmido.
Outros	3	11	–

Tabela 1: Agrupamento das respostas observadas para o segundo questionamento do pós-teste.

As respostas agrupadas na categoria “Maresia” condizem com explicações apresentadas por estudantes que justificaram o fato de que eletrodomésticos e metais localizados em regiões litorâneas estragam mais rápidos por ação da maresia, destaque para o GI que fez uso de explicações de cunho científico, diferente do GP, conforme apontado na **Tabela 1**.

Continuando a análise dos dados referentes ao segundo questionamento é visto que o mesmo quantitativo de (16) estudantes do GI e GP fizeram indicação de que os materiais se estragam por conta da alta umidade da região, este apontamento não se caracteriza como errôneo, mas o que se anseia é verificar a aplicação de conceitos científicos relacionados ao estudo de Eletroquímica.

No terceiro questionamento pós-teste foram apresentadas as semi-reações de oxirredução entre o Magnésio e o Ferro, e a partir destas é indagado sobre o que acontece com o Magnésio e o porquê deste oxidar no lugar do Ferro quando aplicado em grandes embarcações. De acordo com as respostas obtidas foram construídas três categorias que se relacionam com o Magnésio, conforme visto na tabela abaixo.

Categoria	GI	GP	Unidade de contexto
Sofre oxidação	18	9	GI: O magnésio sofreu oxidação, pela perda de elétrons.
			GP: O magnésio é oxidado.
Metal de sacrifício	6	13	GI: O ferro não é oxidado rapidamente, porque primeiro o Mg é oxidado, pois funciona como metal de sacrifício.
			GP: O magnésio protege o ferro para que ele não oxide.
Outros	26	26	–

Tabela 2: Agrupamento das respostas observadas para o terceiro questionamento do pós-teste.

Acerca da **Tabela 2**, é visível que ambos os grupos fizeram uso do conceito de oxidação, maior quantitativo no GI, e que o magnésio atua como metal de sacrifício, destaque do GP.

Cabe destacar que oito estudantes do GI responderam ao terceiro questionamento empregando ao mesmo tempo os conceitos de espécie oxidada e metal de sacrifício, como visto no seguinte recorte “*O ferro não é oxidado rapidamente, porque primeiro o Mg é oxidado, pois funciona como metal de sacrifício*”. Algo a salientar na discussão do terceiro questionamento do pós-teste é que em ambos os grupos não foram identificadas menções aos potenciais de redução dos metais e sua relação com a preferência da espécie metálica a ser oxidada.

O quarto questionamento retratava sobre o impacto ambiental, causado pelo descarte inadequado de pilhas e baterias. Desse modo foram possíveis identificar que o quantitativo de respostas se demonstrou equilibrado para as categorias elaboradas “Utilização de novas tecnologias” e “Adoção de medidas ambientais”. As ideias expostas pelos estudantes de ambos os grupos buscaram apontar soluções que diminuam o impacto ambiental pela utilização de novas tecnologias, como pilhas e baterias recarregáveis, ou inferir sobre a diminuição do consumo atrelado ao descarte adequados materiais desses materiais.

Categoria	GI	GP	Unidade de contexto
Diferença entre eletrólise e pilhas	13	7	GI: Na eletrólise a energia elétrica é transformada em energia química. Nas pilhas ocorre o inverso.
			GP: Eletrólise → produz uma reação / Pilhas → produz energia.
Respostas parciais	11	6	–
Outros	34	45	–

Tabela 3: Agrupamento das respostas observadas para o quinto questionamento do pós-teste.

O último questionamento propunha que os estudantes indicassem quais as diferenças existentes entre os processos de eletrólise e pilha. O resultado obtido se configurou por apresentar um alto quantitativo de respostas que se enquadraram na categoria “Outros”, 34 e 45 estudantes do GI e GP, respectivamente, o que vem a inferir a dificuldade de compreensão dos conteúdos vistos no estudo da Eletroquímica, os quais se caracterizam pela utilização de terminologias que vem a apresentar definições diferentes ao longo do estudo.

Ao debater os resultados vistos para o quinto questionamento do pós-teste, é possível destacar que ambos os grupos de estudantes foram capazes de apontar quais as diferenças existentes entre os processos citados, mas o maior quantitativo é visto no GI. Cabe destacar que alguns estudantes apontaram em suas respostas as diferenças, mas estas estavam incompletas e/ou diziam respeito a um único processo, caracterizando a categoria de “Respostas parciais”.

Das entrevistas

Após a execução dos experimentos utilizados para entrevista, questionaram-se os estudantes sobre o que havia ocorrido com os componentes dos experimentos. No total participaram, voluntariamente, das entrevistas 14 estudantes do GI.

Quanto ao experimento que retratava a eletrólise aquosa, empregando-se como eletrodos uma chave de latão e uma placa de Cobre e eletrólito uma solução de Sulfato de Cobre, fora observado que sete estudantes aplicaram o conceito de íons de forma correta para explicar o fato de que a placa de Cobre viria a perder átomos de Cobre sob a forma de íons oxidados, e que estes viriam a ser depositados sob a superfície da chave por meio da passagem de corrente elétrica, como visto nos seguintes recortes “*A placa [de Cobre] sofreu uma oxidação e os íons da placa foram levados para a chave através da passagem de eletricidade*”.

Como explicação das alterações ocorridas no experimento citado, três dos estudantes envolvidos fizeram apontamentos de que o componente responsável seria a solução de Sulfato de Cobre, o que não caracteriza estas respostas como erradas, sabendo-se de que o eletrólito tem papel importante no processo de eletrólise.

As alterações observáveis condizem com o surgimento de uma camada cobreada sob a chave, e a partir disto quatro dos estudantes utilizaram o fato de que o processo demonstrado indicava que uma das espécies presentes no meio sofreria um processo de oxirredução, mas não vieram a identificar qual seria a espécie ou se esta sofreria oxidação ou redução.

Acerca do segundo experimento aplicado durante a realização das entrevistas, que consistia na imersão de um prego de Ferro em solução de Sulfato de Cobre, é possível destacar que três dos estudantes pontuaram que tal experimento ocorre de forma natural, e a partir disto cabe inferir que eles aplicaram a espontaneidade das reações de oxirredução de maneira implícita.

Discorrendo sobre o experimento citado anteriormente pode-se destacar que sete dos entrevistados, pontuaram como explicação para as alterações observadas a constituição de um processo de corrosão, explicado do seguinte modo “*O prego sofre [...] oxidação a partir do [...] Sulfato de Cobre pegou, a ferrugem do prego veio de um processo de corrosão*”.

Sobre a experimentação envolvendo o prego de Ferro e a solução de Sulfato de Cobre pode-se destacar que três entrevistados descreveram o processo corretamente por meio da citação das espécies e suas formas durante o processo, mas não vieram a empregar termos científicos em suas explicações, isto é evidenciado no seguinte trecho “[...] *é que o Fe⁰ perde elétrons ficando na solução Fe⁺² e o Cu⁺², que já estava na solução no decorrer do processo, ficou na forma sólida (Cu⁰) em cima do prego*”.

Conclusões

Por meio da análise realizada fora possível pontuar as dificuldades encontradas na abordagem do ensino de Eletroquímica em sala de aula, essas remetem a compreensão e utilização dos conceitos e terminologias em diferentes contextos, como é perceptível na discussão acerca do pré-teste aplicado.

A análise do pós-teste permitiu perceber que os estudantes integrantes do GI, em sua maioria, vieram a empregar conceitos científicos a fim de responder os questionamentos, fato diferente do observado no GP, em que uma pequena parcela de estudantes veio a responder do mesmo modo que o GP.

Mediante o exposto é possível inferir a necessidade de elaboração de materiais didáticos a serem aplicados em sala de aula, de modo a oferecer uma atmosfera de ensino atrativa para os estudantes, utilizando-se, por exemplo, de atividades experimentais e contextualizadas.

O desenvolvimento de uma SEA a fim de contemplar o ensino de Eletroquímica veio a contribuir para que os estudantes envolvidos na aplicação do material empregassem os conceitos trabalhados de forma correta no contexto que lhes era apresentado, este fato é ressaltado através da realização das entrevistas, as quais esclareceram os dados coletados por meio do pós-teste.

Agradecimentos e apoios

A presente pesquisa fora resultado das atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), subsidiadas pela CAPES, estando vinculado à Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof. Alberto Carvalho, durante a atuação do Departamento de Química frente à comunidade escolar da região.

Referências

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Abordagem de temas em sala de aula: Conhecimento e sala de aula. In: _____. (Org.). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 175-202.

LEACH, J.; SCOTT, P. Designing and evaluating science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. **Studies in Science Education**, v. 38, n. 1, p. 115-142, 2002.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BORESMA, K. *et al.* (org.) **Research and Quality of Science Education**. Holanda: Spring, 2005, p. 195-207.

MEHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

NURKKA, N. Use of Transfer Teachers in Developing a Teaching-Learning Sequence: A Case Study in Physiotherapy Education in Finland. **NorDiNa**, v. 4, n. 1, p. 09-22, 2008.

VELLECA, R. F., IGNE, M. C. I., LATTARI JR, J. C., CAMPANERUT, F. Z., HADDAD, E. B. e FALJONI-ALARIO, A. Investigando as concepções alternativas dos estudantes sobre eletroquímica. In: ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, Bauru. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 5, ISSN 1809-5100. Bauru: ABRAPEC, 2005. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p871.pdf>>. Acesso em 24 jan. 2013.