

Célula eletrolítica para eletrodeposição de prata e as concepções dos alunos numa experimentação investigativa

Carlos Henrique Batista^{1*} (FM e PQ), Naiane Oliveira Sousa² (FM), Lenalda Dias dos Santos² (PQ) e Maria Clara Pinto Cruz² (PQ). *chenriqueb@ig.com.br

¹Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, Avenida 26 de Setembro, 500, Silos CEP: 49680-000, Nossa Senhora da Glória –SE, Brasil.

²Faculdade Pio Décimo (FPD), Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, Instituto de Pesquisa Interinstitucional de Sergipe (IPISE). Av. Tancredo Neves, 5655, Jabotiana - CEP 49 000 000, Aracaju/SE, Brasil

RESUMO: Uma atividade experimental de eletrodeposição de prata em uma célula eletrolítica foi desenvolvida com materiais alternativos com o intuito de compreender a Lei de Faraday e o fluxo de corrente. A metodologia proposta consistiu numa experimentação investigativa em sala de aula e ocorreu em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, na cidade de Nossa Senhora da Glória/SE. A experiência consistiu na eletrodeposição de prata num substrato de cobre onde provocou discussão e o diálogo sobre a Eletroquímica na construção de conceitos. Conclui-se que os alunos entenderam a relação intuitiva entre a corrente e a massa depositada, pois, o experimento foi conduzido numa perspectiva investigativa.

Palavras-Chave: experimentação, eletrólise, concepções.

INTRODUÇÃO

Os estudos de Luigi Galvani e Alessandro Volta são de evidente interesse e importância, tanto no que diz respeito aos sistemas biológicos, quanto no acompanhamento das solicitações tecnológicas, pois, a compreensão da natureza da eletricidade possibilitou o desenvolvimento da Eletroquímica. Neste sentido, aplicações possíveis podem ser citadas, como na obtenção de metais pela indústria metalúrgica, o recarregamento de pilhas e baterias, purificação e galvanização elétrica; que transformaram o modo de vida da sociedade desde o século XVIII.

A Eletroquímica é uma parte do conteúdo de Físico-Química em que seu campo é definido por os sistemas que envolvem os processos químicos e a corrente elétrica. A Eletrodeposição desempenha um papel muito importante na sociedade, no sentido de contribuir de forma significativa para o desenvolvimento tecnológico e econômico, uma vez que esta técnica se destaca no acabamento superficial aplicado para a alta tecnologia nas indústrias estratégicas de eletrônicos, telecomunicações, computação, filmes supercondutores, entre outras.

Sendo assim, a galvanoplastia ou eletrodeposição consiste no recobrimento de superfícies com metais através da eletrólise. Diante dessa percepção, é de suma importância as várias aplicações da eletrodeposição, por causa das diversas utilidades como, por exemplo, a decoração, o aumento da durabilidade, a proteção contra a corrosão. As principais galvanoplastias que podem ser feitas são: a niquelação, que é o revestimento com níquel; a cromeação, que consiste no recobrimento com cromo; a prateação, que é o banho de prata; e a douração, que é o revestimento da superfície com ouro. As medalhas esportivas, os para-choques de automóveis e as grades dianteiras de alguns carros, torneiras e rodas de automóveis são exemplos dessas

técnicas que têm a finalidade de proteção do metal e a estética do objeto (Lisboa, 2010).

A maioria dos alunos sente dificuldade em entender como ocorre a transferência de elétrons e a sua circulação nas reações de oxirredução das células eletrolíticas. Desta forma, através de experimentação, é possível aguçar o interesse dos discentes sobre o processo e levantar questões do cotidiano ligadas a este tema, desmistificando-o.

Neste contexto, na experimentação de eletrodeposição de prata em células eletrolíticas utilizando materiais alternativos, é possível trabalhar eletroquímica, demonstrando para os alunos a explicação do que são estes fenômenos, aplicando experimentos que possam enriquecer o aprendizado dos mesmos. Nesse contexto, é possível a aprendizagem significativa num enfoque cognitivo da construção da ciência. Nesse processo, pode-se dizer que a aprendizagem acontece quando uma nova informação aporta às considerações relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do principiante (Guimarães, 2009).

Nesse sentido, os experimentos utilizando materiais de baixo custo são simplesmente executados em sala de aula, o que permite ao aluno uma postura construtivista, porque pode relacionar os novos conhecimentos àqueles sobre os conceitos de Eletrodeposição, conduzindo-os a uma aprendizagem significativa, além de visualizar e interpretar os fenômenos químicos presentes no dia-a-dia, promovendo o aprendizado (Sartori, 2013)

Portanto, à medida que se esquematizam experimentos com os quais é provável relacionar o conhecimento preexistente do estudante com o que ele está aprendendo, é possível fortalecer o elo entre motivação e aprendizagem. Assim, espera-se que a envoltura dos mesmos seja mais vivida e, com isso, conduza desenvolvimentos em termos conceituais (Francisco Jr.; Ferreira; Hartwig, 2008).

O objetivo desta pesquisa é despertar o aluno para a aprendizagem do conteúdo de eletroquímica pela aplicação da eletrólise em uma solução de cianeto de prata, permitindo que os discentes simulem, em sala de aula e com materiais alternativos, o mesmo processo químico de obtenção do banho de prata usado na indústria de joias. Desta forma, analisar a Lei de Faraday pela correlação entre massa depositada e a corrente elétrica, bem como a movimentação dos íons na célula eletrolítica.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Licenciatura em Química da Faculdade Pio Décimo em Aracaju/SE, e apresenta uma característica de pesquisa experimental e qualitativa, sem abordagem estatística dos dados. O estudo em questão foi realizado envolvendo 20 (vinte) alunos da 3ª série do Ensino Médio do turno noturno, com faixa etária de 18 e 30 anos, do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, localizado na Cidade de Nossa Senhora da Glória/SE. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados três momentos que consistem em: abordagem diagnóstica, abordagem formativa e abordagem avaliativa.

No primeiro momento, aplicou-se um questionário diagnóstico contendo 05(cinco) questões abertas e fechadas, a fim de identificar o nível de conhecimento

prévio dos alunos sobre a eletroquímica. As questões foram: 1) Você apresenta dificuldades em aprender Eletroquímica? 2) Cite três palavras que definem eletroquímica? 3) Como gostaria que fossem ministradas as aulas de Eletroquímica? 4) Muitos objetos de uso cotidiano são recobertos com metais a fim de proteger e/ou embelezar, por exemplo, joias, instrumentos musicais, utensílios domésticos, etc. Em um anel dourado, como você entende o processo de deposição? 5) Qual dos objetos ilustrados abaixo sofre deposição?

O segundo momento consistiu de uma discussão em sala de aula sobre os conceitos de Eletroquímica, especificamente ligados aos componentes do sistema eletrolítico, a célula eletrolítica, circulação de corrente, deslocamento dos íons no sistema, a reação eletroquímica e o debate sobre as características dos registros das informações. Dessa forma, buscou-se problematizar o conhecimento experimental. Em seguida, o experimento foi conduzido pelos pesquisadores, que, inicialmente, entregaram aos participantes o procedimento experimental contendo os materiais a serem empregados e instruções para que fizessem observações sistematizadas da atividade, anotando as principais características da Eletrodeposição dos reagentes e do sistema, atentando-se para as modificações ocorridas no experimento. Desta forma, analisaram a Lei de Faraday com o conhecimento de corrente e tensão.

No último momento, os alunos responderam a uma avaliação contendo três questões, objetivando verificar a aprendizagem dos conteúdos. As questões foram: 1) Através do experimento apresentado você compreendeu o Princípio da Eletrodeposição? 2) A galvanoplastia é um processo eletroquímico que consiste em depositar um metal sobre outro, por meio de uma redução química, para proteção, a fim de aumentar a condutividade, aumentar a resistência ao atrito, melhorar a aparência e a dureza superficial, entre outros objetivos. Com base nesses conhecimentos, uma cuba eletrolítica foi montada para a prateação de um anel de cobre. A respeito do processo eletroquímico demonstrado experimentalmente, explique: a) O sentido dos elétrons na eletrodeposição; b) O sentido da corrente dos íons; 3) Na obtenção de prata (Ag) por eletrólise de solução aquosa de nitrato de prata (AgNO_3), o metal que se forma no cátodo ocorre por redução de íons Ag^+ . Julgue o item como verdadeira ou falso e marque uma alternativa para a veracidade da resposta. (a) Eu tenho certeza de que está certa, (b) Eu acho que está certa, (c) Eu não sei se está certa. (d) Eu acho que está errada (e) Eu tenho certeza de que está errada 4) Um experimento bastante interessante consiste em mergulhar em fio limpo de cobre metálico, numa solução incolor de nitrato de prata (AgNO_3). Após algum tempo observa-se a formação de cristais, sob a forma de agulhas esbranquiçadas sobre o fio de cobre. Simultaneamente, observa-se que a solução, inicialmente incolor, adquire a coloração azul. A respeito desse assunto julgue os itens, marcando V para as corretas e F para as falsas () Ao mergulhar o fio de cobre na solução de nitrato de prata, forma-se um depósito de prata metálica sobre o fio. () O fenômeno observado evidencia que a prata é mais reativa que o cobre. () O cobre estará espontaneamente transferindo os seus elétrons para a prata conforme a equação: $\text{Cu}^0_{(s)} + 2 \text{Ag}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(s)} + 2 \text{Ag}^0_{(aq)}$; () No experimento observado o elemento que se reduz é a prata e o elemento que se oxida é o cobre. 5) Sobre o processo de eletrólise de uma solução aquosa de nitrato de prata com eletrodos inertes, o fluxo de elétrons faz-se do cátodo para o

anodo. Jogue o item como verdadeira ou falso e marque uma alternativa para a veracidade da resposta.(a) Eu tenho certeza de que está certa (b) Eu acho que está certa, (c) Eu não sei se está certa (d) Eu acho que está errada.(e) Eu tenho certeza de que está errada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ABORDAGEM INVESTIGATIVA

O questionário diagnóstico deve revelar as concepções prévias dos alunos quanto ao ensino de Química, conforme os gráficos 1, 2, 3 e 4.

No Gráfico 1, observa-se que 84% dos entrevistados têm dificuldades em compreender os assuntos de Eletroquímica e 16% não apresentam dificuldades no entendimento do assunto.

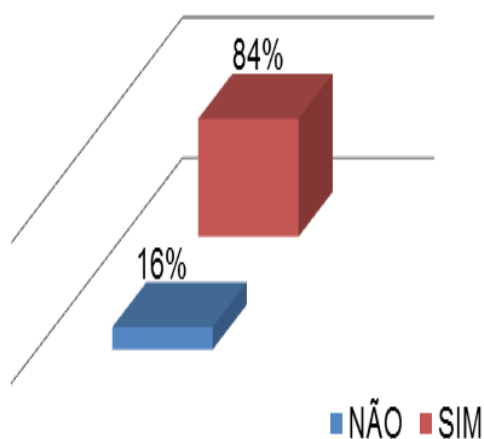


Gráfico 1 – Dificuldade em estudar os conteúdos de Eletroquímica

Notou-se, ainda, que os alunos não conseguem compreender uma reação de oxirredução e, por isso, quando se deparam com os conteúdos mais profundos de eletroquímica, acabam tendo dificuldades em relacioná-los. Sendo assim, o índice de compreensão do conteúdo reduz consideravelmente, por falta de conceitos iniciais. As respostas de dois estudantes que participaram da pesquisa foram:

“Porque o estudo da eletroquímica é muito complexo tornando às aulas difíceis” [Aluno A]

“A eletroquímica apresenta assuntos em que é necessária muita atenção, prática para aprender e revisão, utilizo esses três requisitos para facilitar o meu entendimento.” [Aluno B]

As justificativas dos estudantes confirmam o entendimento de Mortimer (1996, p. 22), pois é necessário que os mesmos estejam engajados e se empenhem na construção da informação, observando: “1) a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem”. Essas duas características principais devem ser compartilhadas na visão construtivista de ensino-aprendizagem.

Os alunos participantes da pesquisa também foram orientados a fazer referência a três palavras que definam a eletroquímica. Dentre os diferentes termos escritos predominaram: “eletricidade”, “reações químicas” e “deposição”. Observa-se que as respostas dos mesmos foram correlacionadas à informação que traz no termo. Diante dos dados coletados, pode-se ressaltar que os estudantes compreendem o que vem a ser Eletroquímica e até mesmo uma aplicação, no caso, a deposição. Porém, é conhecimento de senso comum.

No Gráfico 2, encontram-se os percentuais da preferência das aulas de Eletroquímica. Nota-se pelo gráfico que 70% preferem as aulas com experimentos, 15% optaram por exemplos do cotidiano, 10% escolheram a utilização de vídeos, 1% sugeriram aulas teóricas e 4% outros. Segundo Farias, Basaglia e Zimmermann (2010, p. 1), a “Química compreende a natureza, e os experimentos propiciam ao aluno uma compreensão mais científica das transformações que nela ocorrem”.

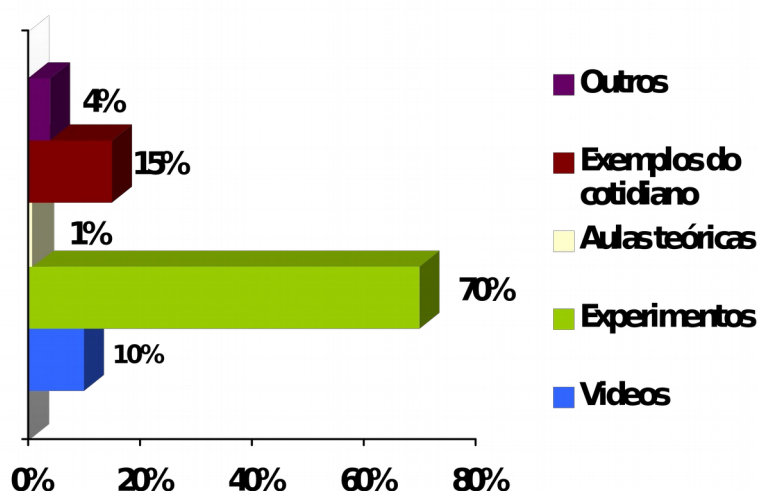


Gráfico 2 – Preferência sobre o formato das aulas de Eletroquímica

Observa-se, pois, que é preciso reformular o ensino de Química, visto que as atividades experimentais são adequadas para proporcionar uma melhor informação ao aluno. Neste sentido, a aplicação de experimentos nas aulas visa desenvolver o entendimento dos conteúdos. Os depoimentos dos alunos mostram que, nas aulas de Química, os conteúdos são difíceis de compreender, por isso não lhes chamam a atenção, exceto quando as aulas são realizadas através de metodologias e materiais didáticos que lhes agucem o interesse, conforme as respostas a seguir transcritas.

“As aulas ministradas com experimento possibilitam ao aluno observar de perto como ocorre essas reações, o que causaria maior curiosidade em buscar uma maior pesquisa.” [Aluno C]

“Utilizando exemplos do dia-a-dia torna-se mais fácil para quem tem dificuldade”. [Aluno D]

“Os conteúdos sendo apresentados e após a visualização de vídeos, aulas sobre Eletroquímica podemos desenvolver mais sobre o assunto”. [Aluno E]

O Gráfico 3 apresenta os percentuais referentes ao modo como esses alunos entendem o processo de deposição de um anel dourado.

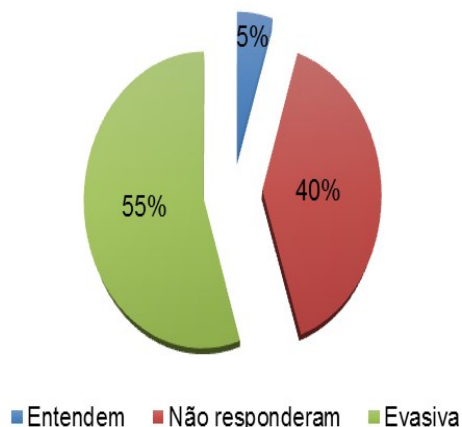


Gráfico 3 – Compreensão do processo de eletrodeposição de um anel dourado

Observa-se, no Gráfico 3, que 55% das respostas foram evasivas, 40% não responderam e 5% entendem. Diante dessas porcentagens, conclui-se que os alunos não conseguem descrever como ocorre o processo, conforme análise dos discursos dos alunos, alguns dos quais transcritos a seguir:

“Ele passa a sofrer uma transformação em que o objeto será depositado, ou seja, o anel é recoberto por uma substância química” [Aluno F]

“Ocorre um reação química no processo de deposição do anel” [Aluno G]

“Mergulha o anel na solução para depositar o ouro no anel.” [Aluno H]

Foram apresentadas aos alunos três imagens (chip, chave e ralador) para que escolhessem uma que representasse a eletrodeposição. Nota-se, pelo Gráfico 4, que 60% dos alunos responderam corretamente, ou seja, o chip, 30% das respostas foram erradas e 10% não responderam.

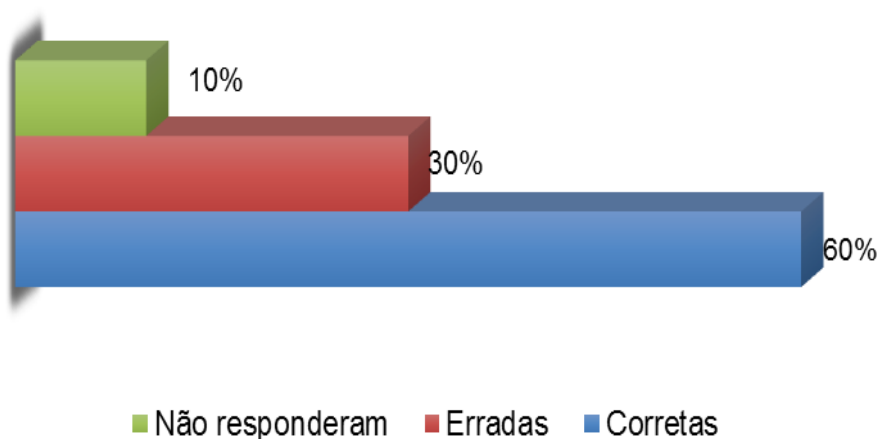


Gráfico 4 – Identificação de objeto que sofre eletrodeposição

Com estes resultados conclui-se que os alunos observam as principais aplicações da eletrodeposição nos objetos descritos, apesar de não terem conhecimento científico.

ABORDAGEM FORMATIVA

Após o início do experimento, notou-se que os mesmos estavam interessados em observar os acontecimentos ocorridos, anotar os valores de tensão e corrente demarcados nos multímetros digitais, para responderem, posteriormente, a atividade solicitada. A Lei de Faraday foi analisada com a utilização de dois multímetros para medir corrente e potencial, enfocando que quanto maior a corrente de elétrons sobre o substrato a tendência é haver maior deposição em massa de íons prata. Por conseguinte, as fórmulas matemáticas terão significado físico e através da demonstração experimental, o aprendizado teórico torna-se analisável para o aluno.

O experimento foi conduzido pelos pesquisadores que entregaram uma folha de observação experimental contendo os materiais, reagentes e o procedimento do experimento. Foi solicitado aos discentes que anotassem as principais características dos reagentes e do sistema, atentando para as modificações ocorridas no sistema. Após a realização do experimento, a atividade prática e as características dos registros das informações foram discutidas com os alunos. A deposição ocorreu em 100 s e 200 s numa solução de cianeto de Prata (AgCN) 2mol/L, conforme Figura 1.

a) tempo de 100s

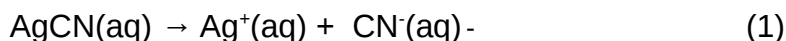


b) tempo de 200s



Figura 1 – Eletrodeposição química de prata

A conclusão do experimento é a deposição de prata segundo a representação das equações abaixo:



Os íons de Ag^+ se deslocam para o metal e são reduzidos.



Os íons de CN^- se deslocam para o eletrodo inerte.

De acordo com a Lei de Faraday, a massa da substância eletrolisada em qualquer dos elementos é diretamente proporcional à quantidade de carga elétrica que atravessa a solução. Então, Segundo a expressão (3):

$$m = K.E.i.t \quad (3)$$

Com os estudos de Faraday, a indústria, em todo o país, tem investido no desenvolvimento de materiais mais resistentes e duradouros, ao utilizar as fórmulas descritas pelas Leis da Eletrólise, através das quais se evitam os desperdícios de matéria-prima, pois com os cálculos definem a quantidade de massa depositada.

Na última etapa do experimento os alunos foram solicitados a responder a atividade conforme a metodologia, o que foi seguido da discussão das principais dúvidas e curiosidades surgidas. Nessa etapa, os estudantes mediram o tempo de eletrodeposição com o auxílio do cronômetro do celular, com os valores da tensão e corrente observados nos multímetros, preencheram uma tabela, utilizando os dados observados das figuras 1 a) e b), e calcularam a massa depositada, utilizando a Lei de Faraday. Os dados dos experimentos coletados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Dados do experimento de eletrodeposição de prata em cobre.

Tempo (s)	Tensão (v)	Corrente (A)	Massa Depositada (g)
100	0,52	326	0,177
200	0,61	321	0,409

A Eletrodeposição foi realizada a 100 s, com uma tensão de 0,52 v e uma corrente de 326 A, sendo depositados 0,177 g. Ainda nesse momento, foi realizada outra deposição, com 200 s, uma tensão de 0,61 v e uma corrente de 321A, sendo depositados 0,409 g de prata na placa de cobre. Pode-se observar que a massa depositada é diretamente proporcional à corrente, conforme discriminado na primeira Lei de Faraday.

Com a construção de uma célula eletrolítica e aplicação da eletrólise de uma eletrodeposição de prata, permite-se que os discentes simulem, em sala de aula, o mesmo processo químico de obtenção do banho de prata usado na indústria de joias. Logo, a competência de generalização e de previsão de uma teoria pode oferecer à experimentação no ensino uma atitude investigativa. Por sua vez, a experimentação investigativa é empregada antes da discussão conceitual e tende a alcançar informações que dão subsídio à discussão, à reflexão e às explicações, de forma que o aluno entenda não só os conceitos, mas, as diversas formas de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência (Francisco Jr.; Ferreira; Hartwig, 2008).

A experimentação é um dos métodos que possibilita a vivência de situações reais e visualização de fenômenos, e permite que os discentes utilizem materiais alternativos e se sintam estimulados a estar nas aulas se a realizar as práticas em conjunto com o professor, incitando, desta forma, uma participação intensa dos estudantes nas aulas. Trata-se de algo estimulante em se tratando da disciplina de Química, que é vista por várias pessoas como algo complexo e de difícil compreensão que só os “doidos” conseguem compreender (Francisco Jr.; Ferreira; Hartwig, 2008).

ABORDAGEM AVALIATIVA

O processo avaliativo foi aplicado partindo da análise do questionário diagnóstico com perguntas objetivas e subjetivas, a fim de diagnosticar as mudanças das concepções prévias dos discentes, a partir do procedimento aplicado. Na aplicação da avaliação, observou-se um interesse maior comparado ao primeiro momento. Também foi possível identificar as várias dúvidas e colocações dos discentes sobre a temática.

Notou-se que 70% dos discentes compreenderam o princípio de eletrodeposição e 30% não conseguiram assimilá-lo. Este resultado da avaliação mostra que a utilização de experimento nas aulas motiva e desperta a aprendizagem, pois, a maioria dos alunos optou pelas aulas experimentais no questionário investigativo, porque a metodologia despertou o interesse dos alunos pelas ciências naturais. Eles podem ser realizados com materiais alternativos em sala de aula, tornando-os simples e atraentes. Os alunos justificaram a sua opção e deram exemplos de objetos que hoje sabem que sofreram Eletrodeposição, conforme as respostas literalmente transcritas, algumas das quais a seguir:

“Pude observar no experimento que os materiais pode ser comprados com facilidade e o experimento foi executado facilmente, depois do primeiro momento do trabalho tive uma curiosidade para pesquisa sobre o tema e percebi que a eletrodeposição é muito aplicada no cotidiano. Hoje observo muitos objetos depositado na minha casa, como chip, telefone, caneta.” [Aluno C]

“O experimento me possibilitou entende o que o livro didático explica, no dia-a-dia noto que algumas peças de carro são eletrodepositados” [Aluno D]

Quando perguntado o sentido dos elétrons e da corrente dos íons no processo eletroquímico de eletrodeposição, percebe-se que 50% das respostas foram evasivas, 30% não responderam e 20% responderam corretas conforme Gráfico 6.

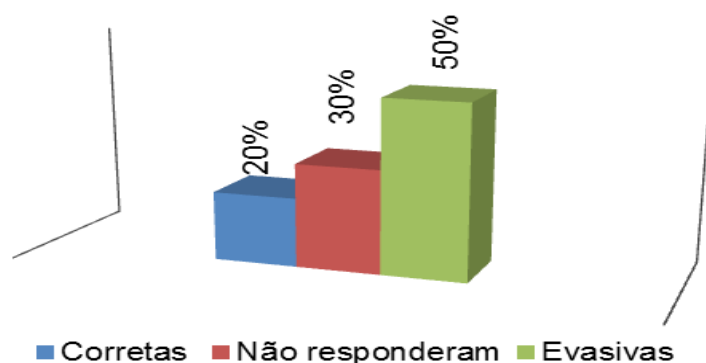


Gráfico 05 – Resultados em porcentagens o sentido dos elétrons e da corrente dos íons no processo eletroquímico de eletrodeposição.

Em outra pergunta foi afirmado aos alunos que a Ag se forma no cátodo por redução de íons Ag^+ . O percentual do Gráfico 6 apresenta que 30% dos entrevistados disseram não saber se está certa a pergunta, 25% que têm certeza de que está certa a pergunta, 20% acham que está certa a pergunta, 15% têm certeza de que está errada e 5% acham que está errada. Diante dos números demonstrados, a verdadeira resposta é que o metal depositado no cátodo ocorre por redução de íons Ag^+ , logo, a

resposta correta é eu tenho certeza que está certa à pergunta. Esta dificuldade dos alunos em compreender uma reação catódica deve-se, segundo Caramel e Pacca (2011 p. 23), a que 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”.

Os cinco itens apresentados no Gráfico 6 baseiam-se na Escala Likert. Essa é uma escala psicométrica utilizada em pesquisa quantitativa, pois, com as respostas dos cinco itens da escala, registra-se o nível de concordância e discordância da afirmação dada. Quando solicitado que eles se posicionassem perante a resposta, pôde-se observar que a maioria não tinha certeza da resposta.

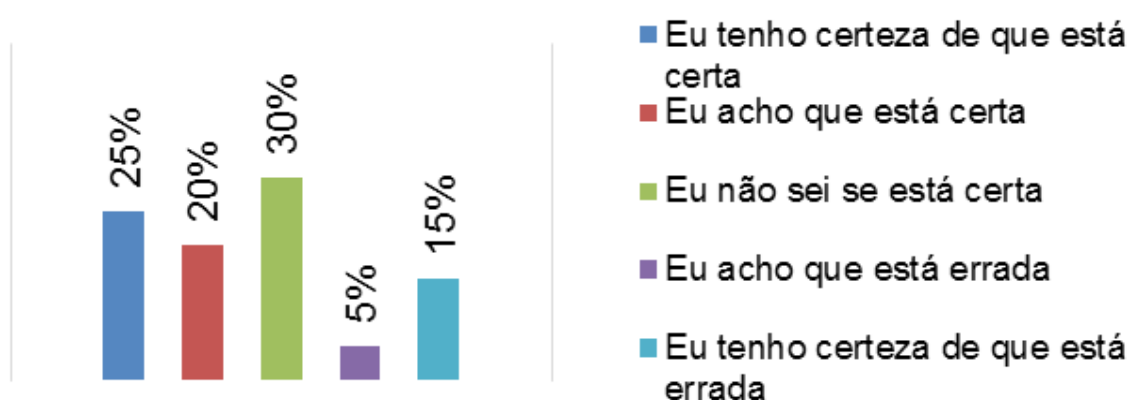


Gráfico 06 – Entendimento sobre eletrólise de solução aquosa de nitrato de prata

Uma solução incolor de nitrato de prata (AgNO_3) foi mergulhada em fio limpo de cobre metálico. Após algum tempo, observou-se a formação de cristais, sob a forma de agulhas esbranquiçadas sobre o fio de cobre. O entendimento desta questão encontra-se no Gráfico 7, formulada a partir de exemplos sobre as reações de oxirredução que os livros didáticos trazem.



Gráfico 07 – Compreensão sobre o experimento de nitrato de prata

Observou-se que a solução, inicialmente incolor, adquire a coloração azul. Conforme se observa nesse gráfico, o percentual de acertos foi satisfatório porque os alunos relacionaram o que já tinham estudado no livro com a aula ministrada.

Foi questionado, ainda, aos alunos, sobre o processo de eletrólise de uma solução aquosa de nitrato de prata com eletrodo inerte, para saber se o fluxo de elétrons faz-se do cátodo para o ânodo. Os dados do Gráfico 8 demonstram a veracidade das respostas dos estudantes, de modo que 30% dos entrevistados responderam não saber se está certa, 40% revelaram ter certeza de que está certa, 15% expressaram achar que está certa, 5% responderam ter certeza de que está errada e, 10%, acharam que está errada. A afirmativa é falsa, pois o fluxo de elétrons faz-se do ânodo para o cátodo.

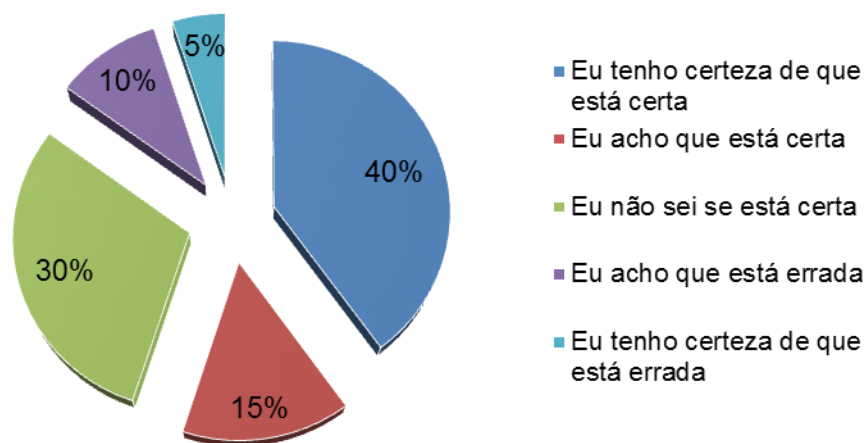


Gráfico 9 – Sentido do fluxo dos elétrons no processo de eletrólise

Os alunos puderam articular o fenômeno de eletrodeposição e a teoria de Faraday, compartilhando uma relevância entre os aspectos sociais e econômicos. Por outro lado, não conseguiram compreender as reações de oxirredução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação de eletrodeposição de prata numa perspectiva investigativa, a partir de materiais de baixo custo, proporcionou desenvolvimento cognitivo aos alunos pela articulação do fenômeno de eletrodeposição com a Lei de Faraday. Eles entenderam a relação comprovada entre a corrente impressa na célula e a massa depositada. Por outro lado, aspectos mais específicos, por exemplo, a direção do fluxo de elétrons e a migração de íons são pontos ainda abstratos para o aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMEL, 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.

FARIAS, C. S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A.. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. In: Congresso Paranaense de Educação Em Química. **Anais...** Londrina/PR, 2010. Disponível em:

<<http://www.uel.br/eventos/cpequi/CompletoSPagina/18274953820090622.pdf>>. Acesso em: 22 maio de 2014

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Revista Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, nov., 2008.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, Agosto 2009.

LISBOA, J.C. F. (Org.). **Química - 2º ano**: ensino médio. São Paulo: Edição SM, 2010. (Coleção Ser Protegido)

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B. dos; TRENCH, A. B.; FATIBELLO FILHO, Orlando. Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p.107-111, maio de 2013.