

A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos

Cíntia G. Zimmer

Este artigo apresenta uma atividade experimental que reproduz a galvanoplastia do banho de ouro em bijuterias, contemplando tópicos relacionados aos conceitos de eletroquímica, com foco na eletrólise. A organização da proposta didática foi baseada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, a qual foi elaborada de forma a envolver os alunos ao longo da atividade por meio de pesquisa, exposição oral, momento de aprendizagem e aplicação prática do conhecimento recebido. O estudo da tecnologia usada na produção de um objeto do cotidiano dos alunos proporcionou uma aprendizagem significativa dos conceitos de eletroquímica, constatada pelo desempenho na resolução de questões sobre o tema proposto.

► plano de aula, eletrólise, banho de ouro ◀

76

Recebido em 26/08/2020, aceito em 23/04/2021

É fato que a química tem grande relevância para a vida humana e está envolvida diretamente com o dia a dia das pessoas. Em aula, muitos alunos esperam que a importância dos conteúdos de química seja evidenciada. Não desejam ser obrigados a ver o mundo com olhos de cientistas, mas sim, que o ensino os ajude a compreender o mundo (Fourez, 2003). Aproximar a ciência ao contexto dos alunos pode contribuir para a superação do “mar de falta de significação”, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (Silva, 2003).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta a importância da contextualização na prática escolar, enfatizando situações do cotidiano, e assim favorecendo momentos significativos para os estudantes (Brasil, 2018). Estudos reforçam a necessidade da contextualização no ensino de química (Silva *et al.*, 2016), pois a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se

a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Guimarães, 2009). Isso é explicado pela teoria de David Ausubel, segundo a qual o fator de maior influência na aprendizagem são os conhecimentos prévios dos alunos (Moreira, 2011).

A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (Ferreira *et al.*, 2010; Lisboa, 2015) agindo como um alicerce que, aliado a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras, auxilia expressivamente no processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017).

processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017). Cabe destacar as potencialidades encontradas na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) para a organização de uma proposta didática (Abreu *et al.*, 2017; Bonfim *et al.*, 2018). Essas indicações foram desenvolvidas por Delizoicov e Angotti (1990) e são pautadas por três itens: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A “problematização inicial” apresenta situações reais que os alunos conhecem, as quais devem estar envolvidas ao tema em questão. A “organização do conhecimento” ocorre sob orientação do professor, na qual os conhecimentos

*A experimentação no ensino de Química tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (Ferreira *et al.*, 2010; Lisboa, 2015) agindo como um alicerce que, aliado a práticas avaliativas mediadoras e reguladoras, auxilia expressivamente no processo de aprendizagem (Andrade e Viana, 2017).*

A seção “Experimentação no Ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.



científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são estudados. Por fim, a “aplicação do conhecimento” aborda sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno para analisar e interpretar as situações iniciais, bem como outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Um tema considerado de difícil compreensão pelos alunos no estudo de química é a eletroquímica (Santos *et al.*, 2018; Tsaparlis, 2019), pois exige um raciocínio elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico (Caramel e Pacca, 2011; Barreto *et al.*, 2017). Pilhas e eletrólise são assuntos recorrentes nos livros didáticos do Ensino Médio, porém poucos deles abordam a eletrodeposição (Barreto *et al.*, 2017). Além disso, há pouca disponibilidade de experimentos abrangendo o conceito de eletrólise na literatura nacional (Martins *et al.*, 2016).

Diante disso, a principal motivação deste trabalho foi disponibilizar uma metodologia pautada na experimentação envolvida na produção de bijuterias, que são objetos bastante comuns no cotidiano dos alunos. O banho de ouro, ao contrário do que muitos pensam, não ocorre pela imersão de um objeto no ouro líquido. Para revestir uma bijuteria, utiliza-se uma técnica industrial chamada galvanoplastia, a qual tem como princípio de funcionamento a eletrólise. Os objetivos adicionais desta atividade são: demonstrar a constituição de uma célula eletrolítica, contribuir na compreensão de conceitos sobre eletroquímica, além de desenvolver habilidades comunicativas dos alunos.

A proposta dispõe de um plano de aula e um roteiro experimental, e foi implementada de forma satisfatória com turmas do ensino médio, nas quais se verificou a eficácia do método por meio da evolução do conhecimento demonstrado em uma avaliação diagnóstica (sondagem) realizada antes e após a atividade (as questões propostas estão disponíveis no fim deste artigo).

Fundamentação teórica

A eletroquímica estuda o fenômeno da transferência de elétrons pelas reações de oxirredução, sendo que as reações espontâneas são usadas com o propósito de se obter eletricidade (pilhas) e, de forma contrária, o uso da eletricidade pode forçar a ocorrência das reações químicas não espontâneas (eletrólise) (Atkins e Jones, 2006).

A eletrólise ocorre em um sistema denominado célula eletrolítica, a qual é constituída por dois eletrodos, chamados anodo (potencial positivo) e catodo (potencial negativo), mergulhados em uma solução eletrolítica, além de uma fonte de tensão que fornecerá energia elétrica ao sistema, produzindo reações de oxirredução não espontâneas.

A energia elétrica fornecida pela fonte faz com que os elétrons percorram o circuito a partir do anodo, onde ocorrerá a oxidação, em direção ao catodo, onde ocorrerá a redução. Esse processo é utilizado em diversas aplicações industriais, como, por exemplo, na produção do alumínio,

cloro, hidrogênio e galvanoplastia, que é a deposição de uma fina camada de metal sobre um objeto (Brett, 1993).

O ensino desses conceitos pode ser facilitado com a incorporação de mapas conceituais (Trindade e Hartwig, 2012). A Figura 1 exibe um esquema didático, contendo de forma resumida a essência do conteúdo de eletroquímica com ênfase na eletrodeposição do ouro em uma bijuteria.

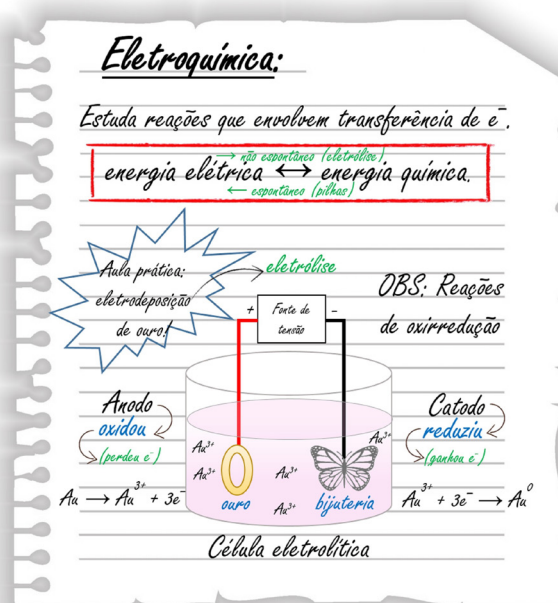


Figura 1: Esquema didático do conteúdo básico de eletroquímica, enfatizando a eletrólise no processo de eletrodeposição do banho de ouro.

Plano de aula

O plano de aula foi desenvolvido com base na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1990), conforme se apresenta na Tabela 1.

Roteiro experimental

Materiais e reagentes

- 01 Fonte de tensão
- 07 Béqueres de 100 mL
- Ouro metálico*
- 02 Cabos condutores para fonte de tensão
- 40 mL de solução desengraxante**
- 40 mL de solução ativadora**
- 40 mL de solução de sais de ouro**
- Água destilada
- Bijuteria (pingentes niquelados)***
- Arame de alumínio
- 02 Termômetros
- Papel toalha
- 02 Chapas de aquecimento

*Pode ser substituído por fio de platina; **Soluções obtidas comercialmente prontas; ***Pingentes vendidos nessa condição.

Tabela 1: Síntese do plano de aula desenvolvido para o ensino de eletroquímica a partir da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.

Momentos Pedagógicos	Atividades desenvolvidas	Objetivos
1º momento: Problematização inicial Carga horária utilizada: 2 horas	<u>Exposição oral realizada pelos alunos</u> de informações obtidas previamente em uma pesquisa bibliográfica sobre o elemento químico ouro quanto ao contexto histórico, propriedades químicas e físicas, importância econômica e utilização em bens de consumo.	Relacionar o conteúdo com situações reais, compartilhando informações e promover habilidades comunicativas, além de evidenciar a pertinência do estudo.
2º momento: Organização do conhecimento Carga horária utilizada: 4 horas	<u>Explicação do conteúdo pelo professor:</u> reações de oxirredução, diferença entre pilhas e eletrólise, constituição de uma célula eletrolítica (fonte de tensão, anodo, catodo e eletrólito), reações espontâneas e não espontâneas.	Proporcionar conhecimentos científicos necessários para a compreensão dos conteúdos de eletroquímica, enfatizando o processo de galvanização de bijuterias com ouro.
3º momento: Aplicação do conhecimento Carga horária utilizada: 2 horas	<u>Construção de um esquema didático pelos alunos</u> representando os significados conceituais de eletroquímica de forma a exemplificar a galvanoplastia do ouro. <u>Execução do experimento pelos alunos</u> a partir dos conceitos teóricos aprendidos, montando a célula eletrolítica e testando experimentalmente o processo de eletrodeposição do ouro.	Aplicar o conhecimento incorporado pelo aluno, articulando conceitos científicos com situações reais.

Montagem da linha de galvanoplastia

A Figura 2 mostra a linha de galvanoplastia para eletrodeposição de ouro em nível laboratorial; e a Figura 3 mostra em detalhe a célula eletrolítica na qual ocorre a reação de oxirredução.

Procedimento

- Prender o pingente de bijuteria em um fio de alumínio;
- Mergulhar o pingente na solução desengraxante por 20 segundos;
- Enxaguar o pingente na água de lavagem por 20 segundos;
- Mergulhar o pingente na solução ativadora por 20 segundos;
- Enxaguar o pingente na água de lavagem por 20 segundos;
- Conectar o polo positivo (fio vermelho) na peça de ouro

e o polo negativo (fio preto) no pingente preso ao fio de alumínio;

- Regular a fonte de tensão para 5V;
- Mergulhar o pingente na solução de banho de ouro, preaquecida à temperatura de 45°C, por 30 segundos;
- Remover o pingente da fonte de tensão e mergulhar em água destilada preaquecida a 50°C por 30 segundos;
- Mergulhar o pingente na solução ativadora por 20 segundos;
- Secar o pingente com papel toalha ou secador.

Resultados e discussão

O primeiro momento pedagógico foi marcado pelo compartilhamento de informações entre a turma, destacando que desde tempos remotos os seres humanos tiveram uma forte relação com o ouro. O interesse por esse metal foi um dos

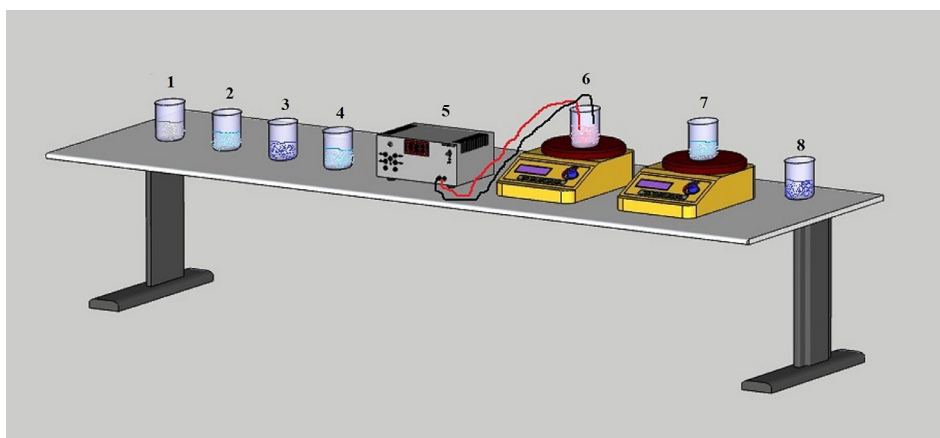


Figura 2: Linha de galvanoplastia do banho de ouro em escala laboratorial: (1) Desengraxante; (2) Água; (3) Ativador; (4) Água; (5) Fonte de tensão; (6) Solução eletrolítica a 45°C com fonte de aquecimento; (7) Água a 50°C com fonte de aquecimento; (8) Ativador.

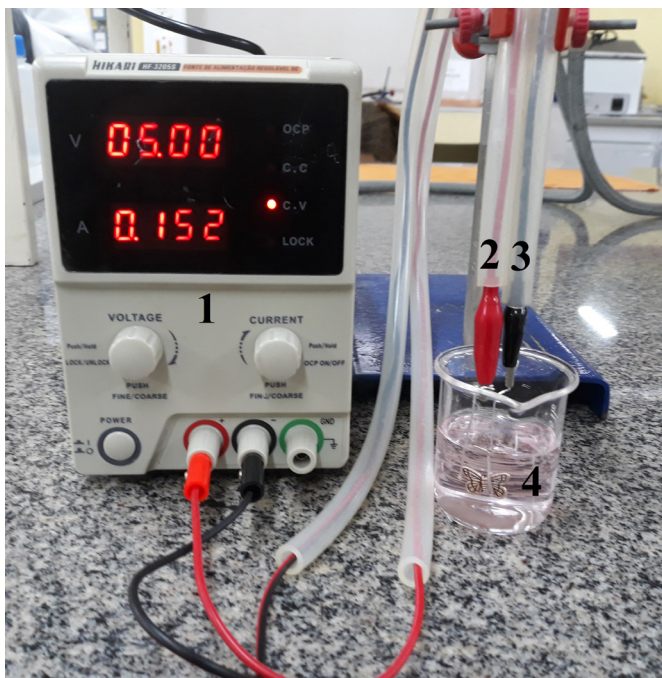


Figura 3: Em detalhe a célula eletrolítica utilizada no banho de ouro: (1) Fonte de tensão; (2) Anodo: peça de ouro; (3) Catodo: bijuteria; (4) Eletrólito: solução com íons Au^{3+} dissolvido.

principais objetos de estudos da alquimia, que buscava a transformação de metais menos nobres em ouro. Por apresentar alto valor monetário, sua utilização, muitas vezes, ocorre sob forma de uma fina camada depositada sobre um metal de menor valor, como no caso das bijuterias banhadas a ouro.

No segundo momento, foram explicados os conceitos teóricos sobre eletroquímica. Notou-se um grande interesse dos alunos, evidenciado pela participação e questionamentos de forma mais intensa do que em aulas simplesmente expositivas.

No terceiro momento, os alunos ajudaram a montar o sistema de galvanização e cada aluno produziu seu próprio pingente banhado a ouro (Figura 4). Ao fim da aula, cada um ficou com a bijuteria produzida por eles próprios (Figura 5).

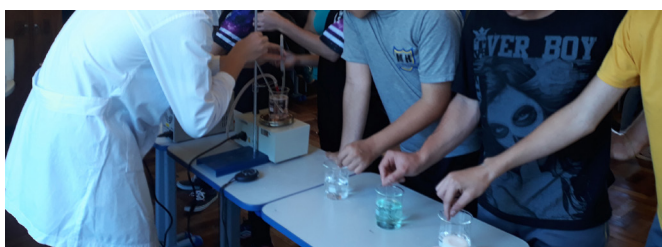


Figura 4: Alunos realizando o processo de eletrodeposição de ouro em um pingente.



Figura 5: Pingente utilizado na aula prática, antes e após a eletrodeposição de ouro.

Para averiguar se os conceitos propostos haviam sido aprendidos, as questões abordadas inicialmente, em forma de sondagem, foram feitas novamente ao fim da prática. Foi constatado que todos os alunos, que antes não sabiam distinguir a diferença entre pilhas e eletrólise, anodo e catodo, semi-reações de redução e oxidação, conseguiram desenvolver as questões propostas corretamente após a prática experimental.

Para que seja produzido conhecimento relevante para a área de ensino de química, envolvendo cotidiano e contextualização, é necessário que seja esclarecido ao aluno que uma teoria necessita ser estudada e entendida para poder ser utilizada (Wartha *et al.*, 2013). A construção e a aplicação de uma célula eletrolítica permitem que o aluno simule, em sala de aula, o mesmo processo químico de obtenção utilizado na indústria (Sartori *et al.*, 2013). Desse modo, a experimentação passa a dar sentido para o aluno, que percebe uma aplicação tecnológica associada (Barretos *et al.*, 2017).

Considerações finais

Esta proposta mostra como é possível desenvolver uma atividade didática com o objetivo de fazer com que estudantes do ensino médio sejam capazes de compreender o funcionamento e funcionalidade de uma célula eletrolítica, além de contribuir para compreensão de conceitos sobre eletrólise, reações de oxirredução e espontaneidade de reações.

A metodologia desenvolvida sobre a eletrodeposição de ouro em bijuterias, sob a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, permite a contextualização do estudo de eletroquímica e de processos envolvidos no mundo concreto, promovendo maior interesse e melhorias na compreensão de conceitos teóricos, contribuindo para um aprendizado significativo.

Também pode-se destacar a possibilidade de atuar no aprimoramento de habilidades comunicativas dos alunos durante a exposição oral proposta acerca da pesquisa bibliográfica realizada sobre ouro.

Por fim, conclui-se que tão importante quanto pensar sobre o que está aprendendo, é sentir o que está sendo ensinado. A utilização de experimentos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, saindo de uma postura passiva, passando a agir sobre seu objeto de estudo, tornando-se protagonista da sua própria construção de conhecimento.

Cynthia Gabriely Zimmer cynthia.zimmer@feliz.ifrs.edu.br, doutora em Ciência e Tecnologia dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Professora no Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Feliz, Feliz, RS – BR

Referências

ABREU, J.; FERREIRA, D. e FREITAS, N. M. S. Os três momentos pedagógicos como possibilidade para inovação didática. In: *XIENPEC*. Florianópolis: Anais eletrônicos, 2017.

- ANDRADE, R. S. e VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência e Educação*, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H. e CRUZ, M. C. P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. *Química Nova Na Escola*, v. 39, p. 52-58, 2017.
- BONFIM, D. S.; COSTA, P. C. F. e NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, p. 187-197, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Base Nacional Comum Curricular* (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2018.
- BRETT, C. M. e BRETT, A. M. O. *Electrochemistry: Principles, Methods and Applications*. Oxford University Press: Canada, 1993.
- CAMEL, N. J. C. e PACCA, J. L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 28, p. 7-26, 2011.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. e OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, p. 101-106, 2010.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.
- MARTINS, A. L. S. M.; SOARES, E. C.; SILVA, D. R. e VALENTIM, J. A. Análise do conceito de Eletrólise nos livros didáticos de Química do PNLD-2015 e periódicos nacionais. In: XVIII *ENEQ*. Florianópolis: Anais eletrônicos, 2016.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a Teoria e Textos Complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-colaborativo-interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 40, p. 258-266, 2018.
- SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B.; TRENCH, A. B. e FATIBELLO-FILHO, O. Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 107-111, 2013.
- SILVA, R. M. G. D. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 26-30, 2003.
- SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. G. O. e AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, n. 36, p. 237-243, 2016.
- TRINDADE, J. O. e HARTWIG, D. R. Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 36, p. 83-91, 2012.
- TSAPARLIS, G. Teaching and Learning Electrochemistry. *Israel Journal of Chemistry*, v. 59, p. 478-492, 2019.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Abstract: *The chemistry of gold electroplating in bijou: a teaching proposal based on the Three Pedagogical Moments.* This article presents a classroom experiment that reproduces the gold electroplating of bijou including topics related to the concepts of electrochemistry, with a focus on electrolysis. The didactic proposal organization was based on the Three Pedagogical Moments approach, which was prepared in order to involve the students to follow along with the activity by research, oral communication, learning moment and the applied utilization of what was taught. The technology study used in the production of a daily object triggered students's significant learning about electrochemistry concepts, which was noticed by the performance in a quiz solved by them.

Keywords: teaching plan, electrolysis, gold electroplating.

Anexo

Questões propostas:

- Produzir o esboço da célula eletrolítica utilizada no banho de ouro.
- Identificar no desenho a espécie que sofre redução e a espécie que sofre oxidação.
- O catodo perde ou ganha massa ao fim do processo? Explique.
- Escrever as semirreações de redução e oxidação.
- Explicar se a eletrólise é um processo espontâneo ou não espontâneo.
- Montar a célula eletrolítica experimental e reproduzir o processo de galvanoplastia.