

DESAFIO ELETROQUÍMICO: DA EXPERIMENTAÇÃO À APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CÉLULAS VOLTAICAS

Johan Carlos C. Santiago^{1*}; Larissa dos Santos M. Cardoso²; Richelly da S. Marques².

1 Doutor em Química. Docente da Universidade do Estado do Pará, Campus XVI - Barcarena.

2 Graduada em Licenciatura em Química. Universidade do Estado do Pará, Campus XVI - Barcarena.

** E-mail: johan.santiago@uepa.br*

Palavras-Chave: Eletroquímica, Desafio experimental, Pilha de Daniell.

Introdução

A eletroquímica estuda a relação entre reações químicas e eletricidade, destacando-se as reações de oxirredução que podem realizar trabalho, gerando eletricidade, como ocorre nas pilhas. Em contrapartida, há reações que necessitam da aplicação de uma corrente elétrica ao sistema para forçar uma reação química não espontânea, processo denominado eletrólise (ANDRADE e ZIMMER, 2021). O estudo da eletroquímica oferece uma compreensão ampla de conceitos fundamentais, como a fabricação e o funcionamento de baterias, a espontaneidade das reações químicas, os processos de corrosão de metais e a galvanoplastia. Além disso, essa área permite o desenvolvimento de soluções tecnológicas para diversos setores industriais (BROWN, LEMAY e BURSTEN, 2005).

Na formação de professores de Química, o tema eletroquímica é frequentemente considerado de difícil compreensão pelos licenciandos, em grande parte devido ao ensino tradicional. Essa abordagem tradicional resulta em dificuldades para resolver problemas contextuais de eletroquímica e compreender os principais conceitos da área. Esse desafio se deve à natureza mais abstrata do raciocínio exigido, o que cria obstáculos no processo de ensino e aprendizagem (VENTURI *et al.*, 2021).

Diante disso, no ensino de Química, é fundamental que o professor desenvolva metodologias que proporcionem uma melhor orientação no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que o conhecimento seja transmitido de forma mais simples e eficaz. Santos e Sarmiento (2023) destacam em suas pesquisas que as metodologias ativas desempenham um papel crucial nesse processo, devido às suas características distintivas em relação a outras abordagens pedagógicas. Essas metodologias promovem a centralidade do aprendizado no estudante, tornando-o protagonista de seu próprio processo educacional. Por meio de estratégias como a resolução de problemas, desafios, estudos de caso e projetos, o aluno é incentivado a aplicar conceitos teóricos em contextos práticos, o que reforça a compreensão, tornando o aprendizado mais significativo e autônomo.

A experimentação pautada no desafio se destaca como uma estratégia eficaz nas metodologias ativas para o ensino de eletroquímica. Essa abordagem coloca os alunos diante de situações-problema que exigem a aplicação prática dos conceitos teóricos, promovendo uma construção de conhecimento mais dinâmica e interativa. Ao enfrentar desafios experimentais, os estudantes desenvolvem habilidades críticas e analíticas, aprendendo a lidar com variáveis e interpretar resultados. Assim, essa prática não apenas reforça a compreensão dos fenômenos eletroquímicos, mas também estimula a autonomia e o protagonismo dos alunos em seu processo de aprendizagem (SANTOS e MENEZES, 2020).

Com o objetivo de investigar a aplicação de uma metodologia centrada na experimentação através de desafios no ensino de Química, foi elaborada uma atividade prática envolvendo uma turma de licenciandos em Química. Os alunos foram organizados em grupos para a montagem e operação de uma pilha de Daniell Simplificada. Essa abordagem buscou não apenas proporcionar um aprendizado ativo, mas também estimular a colaboração entre os estudantes, permitindo que aplicassem os conceitos teóricos em um contexto prático.

Material e Métodos

Este estudo teve como finalidade investigar a aplicação de uma metodologia baseada em experimentação por desafio no ensino de Química, com foco na montagem e funcionamento de uma célula voltaica, caracterizando-o, portanto, como uma pesquisa exploratória.

O universo da pesquisa corresponde aos estudantes de Licenciatura em Química da Universidade do Estado do Pará (UEPA, Campus XVI - Barcarena). A amostra foi composta por uma turma específica dessa licenciatura, formada por doze alunos, divididos em três grupos de quatro integrantes cada. Cada grupo recebeu o material básico (Figura 1) para a montagem de uma pilha de Daniell simplificada, que compreendeu: zinco (parafuso) e cobre (haste de aterramento), sulfato de zinco ($ZnSO_4$) e sulfato de cobre ($CuSO_4$), cloreto de sódio ($NaCl$), 2 béqueres, 1 tubo em U, lã de aço, algodão e fios elétricos.

Figura 1. Material básico distribuído aos grupos para a montagem da pilha de Daniell.



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

O desafio consistiu na montagem funcional da pilha, sendo considerado vencedor o grupo que alcançasse a maior voltagem registrada no voltímetro. Para assegurar a legitimidade do processo, o professor da turma entrevistou apenas nos casos em que as ações pudessem causar algum risco a saúde ou a integridade física dos alunos.

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, explorando as experiências e percepções dos participantes durante a execução da montagem de uma pilha de Daniell simplificada. O foco principal foi observar as escolhas e estratégias adotadas pelos alunos, bem como as razões que motivaram essas decisões ao longo da prática. No método qualitativo, explica Marconi e Lakatos (2004), o pesquisador concentra-se em compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos, valorizando o processo de construção de conhecimento e as interações que emergem durante a atividade.

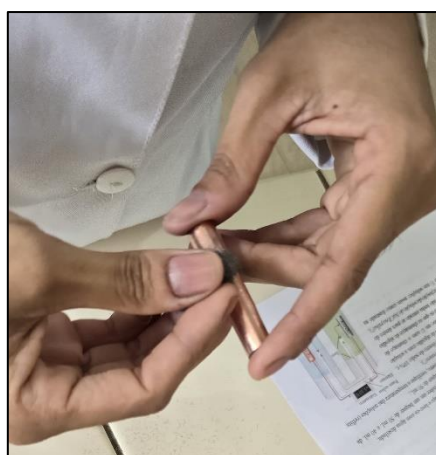
Os instrumentos de pesquisa utilizados para a coleta de dados foram a observação direta e o roteiro de observação estruturado. Durante a prática, foi observado atentamente as interações entre os alunos e as etapas do experimento, registrando as escolhas e estratégias adotadas por cada grupo. O roteiro de observação serviu como guia para acompanhar aspectos específicos, como a sequência das ações realizadas, as dificuldades encontradas e as soluções propostas pelos estudantes.

A técnica de análise de dados adotada nesta pesquisa foi a análise de conteúdo. Segundo Silva, Gobbi e Simão (2005), a análise de conteúdo permite a interpretação sistemática e objetiva das informações coletadas, organizando-as em categorias temáticas que refletem os padrões observados durante a prática. Os dados obtidos por meio da observação direta e do roteiro de observação foram codificados e classificados em categorias, como estratégias de resolução de problemas, dificuldades enfrentadas e colaborações entre os integrantes dos grupos. A partir dessa categorização, foi possível identificar as principais tendências no comportamento dos alunos e suas abordagens ao desafio proposto, proporcionando uma visão mais aprofundada do processo de aprendizagem investigado.

Resultados e Discussão

Com base nas observações realizadas, infere-se que o procedimento metodológico adotado foi bem recebido pelos alunos da turma, promovendo não apenas a participação ativa, mas também o planejamento estruturado e a ação colaborativa entre os integrantes de cada grupo. Antes de iniciar a montagem das pilhas, cada grupo se reuniu para revisar os conceitos de eletroquímica, planejar o preparo dos materiais e otimizar a montagem com o objetivo de gerar a maior voltagem possível. A Figura 2 ilustra o processo de preparação do eletrodo de cobre, conduzido por uma integrante do Grupo A.

Figura 2. Polimento do eletrodo de cobre realizado por uma aluna do Grupo A.



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

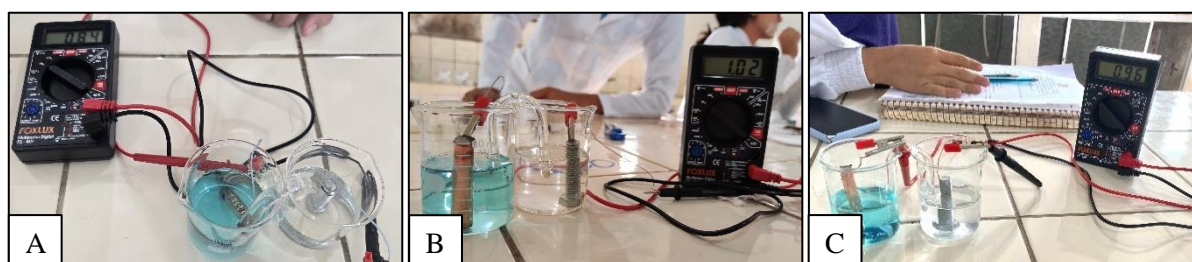
Quando questionada sobre as razões pelas quais estava realizando o polimento da haste de cobre, a aluna A respondeu: “*Professor, é para tirar o revestimento do material que pode interferir negativamente no resultado*”. Consoante Diniz *et al.*, (2020), pode-se dizer que esse relato demonstra a compreensão da aluna sobre a importância de eliminar impurezas ou camadas de oxidação que poderiam interferir na condutividade do eletrodo de cobre e, conseqüentemente, nos resultados do experimento. Além disso, evidencia a capacidade dos estudantes de correlacionar ações práticas com os conceitos teóricos discutidos em sala de aula, o que reforça a eficácia do método utilizado para promover o aprendizado significativo.

Enquanto os grupos A e C avançavam na preparação dos materiais e iniciavam a montagem de suas pilhas, observou-se que os integrantes do Grupo B ainda estavam em fase de discussão, realizando anotações em papel. Quando questionados sobre essa abordagem, o aluno B explicou: “*Estamos planejando cada etapa. Elaboramos um esquema de montagem da pilha e calculamos a voltagem esperada*”. Esse relato indica que os alunos do Grupo B adotaram uma postura crítica e reflexiva em relação ao experimento, ultrapassando a simples execução de um procedimento experimental pré-determinado, muitas vezes comparado a uma “receita de bolo”, como descrito por Santos e Menezes (2020).

Em relação ao Grupo C, observou-se que o primeiro teste realizado com o voltímetro resultou em uma leitura de 0 V. Ao serem questionadas sobre o possível motivo do insucesso, as alunas levantaram algumas hipóteses e, em seguida, implementaram as devidas correções. A aluna C1 sugeriu que o problema estava na ponte salina, que não conectava adequadamente as duas cubas. Por outro lado, a aluna C2 apontou que o defeito poderia estar no fio elétrico. Após verificarem que a ponte salina estava devidamente conectada, as alunas decidiram remover o isolamento dos fios elétricos. Segundo a aluna C3, “*o fio está quebrado por dentro, impedindo a passagem da corrente elétrica*”.

Após realizarem os ajustes, as integrantes do Grupo C conseguiram fazer a pilha funcionar corretamente. De maneira geral, todos os grupos atingiram o objetivo proposto no desafio, que era montar uma pilha de Daniell funcional. O Grupo B obteve a maior voltagem registrada, com 1,02 V, seguido pelo Grupo C, com 0,96 V, e pelo Grupo A, com 0,84 V, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Pilhas de Daniell montadas pelos grupos e a voltagem registrada.



Legenda: Voltagem registrada pelos grupos: (A) Grupo A (0,84 V), (B) Grupo B (1,02 V) e (C) Grupo C (0,96 V).
Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Vale ressaltar que os resultados obtidos refletem diretamente o planejamento, as decisões e as ações tomadas por cada grupo. Os alunos precisaram aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação, colocando-os em prática de maneira integrada e estratégica. Esse processo evidenciou não apenas a capacidade de executar o experimento, mas também a habilidade de solucionar problemas e ajustar procedimentos com base em conceitos teóricos previamente estudados.

Conclusões

Diante do exposto, a eletroquímica destaca-se como uma área essencial para a compreensão das interações entre Química e eletricidade, com importantes implicações em tecnologias como baterias e processos industriais. Contudo, o ensino dessa disciplina ainda enfrenta desafios, principalmente devido às abordagens tradicionais, que muitas vezes dificultam o entendimento dos alunos.

A pesquisa realizada demonstrou que metodologias ativas, especialmente aquelas baseadas em experimentação por desafio, oferecem soluções promissoras. Essas abordagens estimulam os estudantes a aplicar conceitos teóricos em situações práticas, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas e preparando-os para futuros desafios.

A análise dos grupos A, B e C na montagem da pilha de Daniel exemplifica diferentes estratégias de aprendizagem prática, evidenciando a importância do planejamento e da resolução de problemas. Conclui-se que a experimentação por desafio, como parte das metodologias ativas, se revela eficaz tanto na facilitação da compreensão dos conceitos de eletroquímica quanto no engajamento dos alunos no processo de aprendizagem.

Agradecimentos

À Universidade do Estado do Pará (UEPA, Campus Barcarena), pelo espaço cedido para o desenvolvimento desta intervenção pedagógica.

Referências

- ANDRADE, L. V.; ZIMMER, C. G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova Escola**, v. 43, n. 3, p. 298-304, 2021.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química, a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- DINIZ, B. P.; ALVES, A. S.; LEMES, L. C.; SILVA, L. A.; ALVES, V. A. Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 1, p. 77-87, 2020.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- SANTOS, F. F. C.; SARMENTO, A. G. M. A Aprendizagem baseada em desafios e suas contribuições inovadoras mediadas pelos recursos tecnológicos. **Revista Temas em educação**, v. 32, n. 1, 2023.
- SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.
- SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações rurais & agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.
- VENTURI, G.; JUNCKES, E. S.; MARTIN, M. G. M. B.; OLIVEIRA, B. R. M. Dificuldades de ingressantes de um curso de Licenciatura em Química sobre conceitos da eletroquímica: um desafio para o ensino superior. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 766-772, 2021.