

EXPERIMENTO DE PILHA ELETROQUÍMICA: ABORDAGEM TEÓRICO-PRÁTICA NO PIBID/CAPES COM ÊNFASE EM REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

Eduardo Henrique Ferreira dos Santos ¹
Juliana Furtado da Silva Vitola ²
Geziel Rodrigues de Andrade ³

RESUMO

Este artigo apresenta uma experiência didático-pedagógica realizada no âmbito do PIBID/CAPES, voltada ao ensino de processos eletroquímicos por meio da construção e análise da pilha de Daniell. A proposta foi aplicada para estudantes do ensino médio no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) em Coxim-MS com um total de 20 alunos do 1º ano e na Escola Estadual Mauricio Coutinho Dutra (EEMCD) em Sonora-MS com um total de 15 alunos do 1, 2 e 3º ano. A proposta integrou inicialmente uma apresentação de slides, na qual o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) foi apresentado aos estudantes, trabalhando em seguida alguns pontos importantes sobre o conteúdo a ser desenvolvido na atividade, promovendo uma compreensão significativa das reações de oxirredução e da conversão de energia química em energia elétrica, e em seguida, foi realizado o experimento eletroquímico com os estudantes. Portanto, a metodologia incluiu uma breve retomada conceitual com apoio de slides, seguida da montagem experimental de uma pilha utilizando materiais acessíveis, como tiras metálicas de zinco (Zn) e cobre (Cu), soluções aquosas de sulfato de cobre (CuSO_4) e sulfato de zinco ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), além de uma ponte salina com solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl). Os alunos participaram ativamente do processo, utilizando multímetro para verificar a geração de corrente elétrica, tentando acionar uma calculadora comum com a energia produzida. Apesar de alguns desafios técnicos como o não funcionamento da calculadora mesmo com carga suficiente, os estudantes puderam observar os princípios da eletroquímica na prática, compreendendo a função dos eletrodos, o papel da ponte salina e os conceitos de oxidação e redução. A atividade gerou reflexões sobre o papel da tecnologia e o impacto ambiental do descarte inadequado de pilhas, aproximando a ciência do cotidiano dos alunos. Os resultados, avaliados por meio de questionário, demonstraram que a experiência favoreceu o aprendizado e ampliou o interesse pela Química.

Palavras-chave: Ensino de Química, Pilha Eletroquímica, Oxirredução, PIBID, Sustentabilidade.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) Campus Coxim, autor eduardo.santos10@estudante.edu.br; (Bolsista PIBID/CAPES)

² Graduada pelo Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) Campus Coxim, coautora Julianafurtado04@gmail.com; (Supervisora do meu grupo).

³ Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) Campus Coxim, coautor geziel.andrade@ifms.edu.br; (Coordenador de área)



INTRODUÇÃO

A eletroquímica é uma área importante da Química. Nesta área, são estudadas as transformações químicas associadas à transferência de elétrons e a concomitante conversão de energia química em energia elétrica. Essa conversão é observada em diversos dispositivos do cotidiano, como pilhas, baterias e células combustíveis, que desempenham papel essencial no avanço tecnológico e na sustentabilidade energética. Entretanto, o ensino desse conteúdo ainda apresenta desafios significativos, especialmente pela dificuldade de se visualizar o fluxo de elétrons e compreender o caráter abstrato das reações de oxirredução (Klein; Braibante, 2017).

No contexto educacional, estratégias de ensino que promovam a experimentação e a contextualização têm se mostrado eficazes para superar essas dificuldades. O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), financiado pela CAPES, surge como uma importante iniciativa de valorização da prática docente e integração entre teoria e prática, incentivando licenciandos a desenvolver metodologias inovadoras e acessíveis (Mossi, 2018). Dessa forma, o presente trabalho, inserido nesse contexto, buscou promover o ensino-aprendizagem de processos eletroquímicos por meio da montagem e análise da pilha de Daniell, com foco em aproximar o conteúdo teórico da realidade dos alunos.

A proposta também teve como objetivo incentivar reflexões sobre os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de pilhas e baterias, estimulando uma consciência crítica e sustentável. Assim, além de contribuir para a compreensão dos conceitos científicos, o experimento reforçou a importância da educação ambiental e do uso responsável de tecnologias que envolvem transformações químicas. O projeto foi realizado com alunos do ensino médio em duas das três escolas parceiras do subprojeto de Licenciatura em química (PIBID-IFMS), a saber, o próprio Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS – *campus* Coxim) e a Escola Estadual Maurício Coutinho Dutra (EEMCD – Sonora). A ação foi fundamentada em referenciais como Atkins e Jones (2012).

A abordagem da eletroquímica no ambiente escolar requer metodologias que despertem o interesse e a curiosidade dos alunos. O uso de experimentos práticos, como o da pilha de Daniell, permite a vivência de situações reais de conversão de energia e a observação direta dos fenômenos químicos, tornando o aprendizado mais significativo e prazeroso (Rodrigues et al, 2019).

Essa experiência de ensino contribui para o desenvolvimento de habilidades investigativas e reflexivas, estimulando o aluno a compreender o papel da ciência em sua vida cotidiana (Klein; Braibante, 2017).

Além disso, o ensino contextualizado favorece a interdisciplinaridade, permitindo que conceitos de Física, Biologia e até mesmo de Geografia e Sustentabilidade sejam integrados na análise dos processos químicos. Isso amplia o alcance do conhecimento e favorece a compreensão do papel das reações químicas na sociedade, especialmente na produção e consumo de energia (Sussuchi; Machado; Moraes, 2012).



Outro aspecto relevante é o incentivo à formação de professores mais críticos e preparados para lidar com os desafios da educação científica. Nesse sentido, o PIBID proporciona aos licenciandos a oportunidade de vivenciar o ambiente escolar e aplicar metodologias ativas, promovendo a aproximação entre o ensino superior (universidades e Institutos Federais) e o ensino básico (escolas estaduais, por exemplo). Essa interação fortalece a formação inicial docente e contribui para a melhoria do ensino de Ciências no Brasil (Mossi, 2018).

A importância do estudo de reações de oxirredução ultrapassa o âmbito escolar, pois está relacionada a processos naturais e tecnológicos essenciais, como corrosão, respiração celular e funcionamento de baterias recarregáveis. O domínio desses conceitos é fundamental para compreender e propor soluções sustentáveis diante dos problemas ambientais e energéticos atuais. Dessa forma, trabalhar esses temas de forma experimental torna-se não apenas um meio de ensino, mas uma estratégia de formação cidadã (Mantuano et al, 2011).

O experimento da pilha de Daniell, além de ilustrar conceitos fundamentais da eletroquímica, oferece oportunidades para discutir temas como a tecnologia, eficiência energética, impacto ambiental e alternativas sustentáveis para geração de energia. Essa abordagem integradora está alinhada às diretrizes curriculares nacionais e aos princípios da educação científica crítica, que busca formar cidadãos conscientes, capazes de compreender e intervir em seu contexto social (Rodrigues et al, 2019).

Assim, o presente trabalho se justifica pela necessidade de aprimorar as práticas de ensino de Química, tornando-as mais atrativas e eficazes. Ao integrar teoria, prática e reflexão ambiental, a experiência relatada busca contribuir para a consolidação de uma aprendizagem significativa, despertando o interesse dos alunos pela ciência e pela sustentabilidade.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi de caráter qualitativo e descritivo, pautada na observação direta, na experimentação e na análise das percepções dos alunos. O estudo foi desenvolvido com estudantes do ensino médio em duas instituições parceiras: o Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Campus Coxim – e a Escola Estadual Maurício Coutinho Dutra (EEMCD), localizada em Sonora-MS. Ao todo, participaram 35 alunos, distribuídos entre o 1º, 2º e 3º anos do ensino médio.

Inicialmente, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) foi apresentado aos estudantes, em seguida, foi realizada uma revisão teórica sobre oxirredução e pilhas eletroquímicas, com o auxílio de uma apresentação de slides contendo esquemas, reações e exemplos do cotidiano. O objetivo dessa etapa foi o de revisar conceitos como número de oxidação, agentes oxidantes e redutores e o funcionamento de pilhas/baterias. Em seguida, os alunos participaram ativamente da montagem de uma pilha de Daniell, utilizando materiais simples e de baixo custo, como tiras metálicas de cobre e zinco soluções de sulfato





de cobre (CuSO_4) e sulfato de zinco ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), e uma ponte salina (solução de cloreto de sódio em mangueira de silicone selada com algodão).

Durante a execução do experimento, os estudantes utilizaram um multímetro para medir a diferença de potencial elétrico gerada, registrando os valores obtidos e comparando-os com o valor teórico esperado. O objetivo final era utilizar a energia produzida para acionar uma calculadora eletrônica, permitindo a observação prática da conversão de energia química em elétrica.

Após a atividade experimental, foi aplicado um questionário contendo perguntas abertas e fechadas, com o intuito de avaliar a compreensão dos alunos, as dificuldades enfrentadas e as percepções quanto à relevância da prática. A mediação entre os alunos foi conduzida pelos bolsistas do PIBID, sob supervisão docente, buscando promover um ambiente colaborativo, investigativo e de construção do conhecimento.

A coleta de dados envolveu também a observação direta durante a execução do experimento, o registro fotográfico das etapas e o acompanhamento do comportamento dos grupos de trabalho. Essas informações foram analisadas posteriormente, buscando compreender como o trabalho em equipe e a experimentação contribuíram para a construção coletiva do conhecimento.

Para garantir a segurança e o sucesso da atividade, os materiais foram cuidadosamente preparados e supervisionados pelos bolsistas e orientadores. A manipulação das substâncias químicas foi acompanhada de explicações sobre cuidados laboratoriais, uso de EPIs e descarte correto dos resíduos, fortalecendo a relação entre ensino e responsabilidade ambiental.

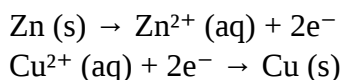
REFERENCIAL TEÓRICO

As pilhas eletroquímicas, segundo Atkins e Jones (2012), são dispositivos que convertem energia química em energia elétrica através de reações espontâneas de oxirredução. Essas reações envolvem a transferência de elétrons de uma substância que sofre oxidação para outra que sofre redução. A pilha de Daniell é um exemplo clássico e didático desse processo e ainda hoje utilizado em aulas de química. Tradicionalmente utiliza-se em sua montagem eletrodos de cobre e zinco imersos em soluções de seus respectivos sais.

O modelo foi proposto por John Frederic Daniell (1790-1845) no século XIX, buscando superar as instabilidades elétricas presentes na pilha de Volta. Ao empregar um eletrodo de zinco em ácido sulfúrico e outro de cobre em sulfato de cobre, separados por um recipiente de argila porosa, Daniell conseguiu gerar uma corrente elétrica mais estável e contínua (Costa; Porto, 2021).

Durante o funcionamento de uma pilha de Daniell com eletrodos de Zn(s) e Cu(s) , ocorre a oxidação no ânodo (perda de elétrons; eletrodo negativo) e a redução no cátodo (ganho de elétrons; eletrodo positivo), conforme as equações:





O movimento dos elétrons através do fio condutor e o fluxo de íons pela ponte salina garantem a continuidade da reação e o estabelecimento da corrente elétrica. Nesse contexto, os alunos podem compreender de forma concreta os princípios de potencial de eletrodo, diferença de potencial (**ddp**) e espontaneidade das reações químicas, conceitos fundamentais para a compreensão do funcionamento de uma pilha ou bateria (pilhas conectadas).

A abordagem experimental é defendida por diversos autores como essencial para o ensino de ciências, pois possibilita ao aluno o contato direto com os fenômenos, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro. Segundo Klein e Braibante (2017), a experimentação promove o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, além de aproximar o aluno da prática investigativa característica da pesquisa científica.

Além disso, Martins e Volta (2004) destacam que o estudo histórico da evolução das pilhas contribui para uma compreensão mais ampla do desenvolvimento científico. Ao contextualizar a descoberta da pilha dentro de sua época, os alunos podem perceber a ciência como um processo humano, dinâmico e em constante transformação, e não apenas como um conjunto de leis fixas.

A eletroquímica também oferece uma ponte entre a química teórica e a aplicada, uma vez que seus princípios são amplamente utilizados em processos industriais, como galvanoplastia, eletrólise e tratamento de resíduos. Essa relação torna o conteúdo altamente relevante para a formação técnica e para o entendimento das bases tecnológicas da sociedade moderna (Martins et al, 2014).

Conforme Mantuano *et al.* (2011), compreender o funcionamento das pilhas e baterias é fundamental para discutir questões ambientais e tecnológicas, pois esses dispositivos estão diretamente ligados ao consumo de energia e ao descarte de resíduos tóxicos. Assim, o ensino desse conteúdo deve sempre envolver a dimensão ética e ecológica, incentivando práticas mais sustentáveis.

Outro ponto importante é a necessidade de simplificar e adaptar a linguagem científica para o nível de compreensão dos alunos. O uso de analogias, experimentos visuais e recursos digitais pode auxiliar na internalização dos conceitos, tornando o aprendizado mais acessível. A teoria, portanto, deve caminhar lado a lado com a prática, reforçando a aprendizagem significativa (Mossi, 2018).

Por fim, o referencial teórico deste trabalho sustenta a importância de unir experimentação, contextualização e reflexão crítica, princípios que orientaram a construção e aplicação do experimento relatado. A pilha de Daniell, enquanto recurso didático, sintetiza de forma exemplar o potencial da química em conectar fenômenos microscópicos a transformações macroscópicas observáveis (Klein; Braibante, 2017).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caráter qualitativo do estudo foi escolhido por permitir uma análise mais profunda das percepções e aprendizagens dos alunos, indo além de simples resultados numéricos. Essa

abordagem possibilitou compreender o impacto da atividade sobre o engajamento e a motivação dos estudantes, bem como identificar as dificuldades conceituais persistentes em relação à eletroquímica.

A metodologia também valorizou a interdisciplinaridade, pois envolveu discussões que relacionaram os conceitos de Química com fenômenos físicos e ambientais. A eletroquímica foi apresentada não apenas como um conteúdo curricular, mas como uma ferramenta para compreender o mundo e propor soluções sustentáveis, conforme defendem Mantuano et al. (2011).

Por fim, a análise dos resultados obtidos foi baseada na triangulação das informações coletadas — observações, registros e questionários — buscando identificar padrões e inferências sobre o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem qualitativa favoreceu uma leitura ampla da experiência, permitindo avaliar tanto os aspectos cognitivos quanto os afetivos do envolvimento dos alunos.

Durante a etapa teórica, os alunos demonstraram grande interesse e engajamento, participando ativamente das discussões e levantando hipóteses sobre o funcionamento das pilhas. As atividades visuais, como a representação do fluxo de elétrons e íons, facilitaram a compreensão dos processos eletroquímicos.

Na ação de montagem da pilha de Daniell, foram utilizadas soluções aquosas (imagem 1a) de sulfato de zinco (ZnSO_4) e cobre (CuSO_4) e solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) para a construção da ponte salina. Foram utilizados como eletrodos um pequeno pedaço (lâmina) de Cobre metálico e de zinco metálico (imagem 1b).

Imagem 1. (a) Soluções aquosas de sulfato de zinco (ZnSO_4) e cobre (CuSO_4) e solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl); (b) Pequeno pedaço (lâmina) de Cobre metálico (à esquerda) e zinco (à direita).

(a)



(b)

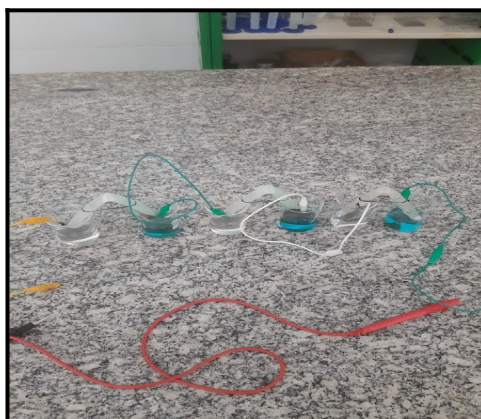


Fonte: Autoria própria.

Na montagem experimental, conforme ilustrado na imagem 2, em uma das ações, foi observada uma **ddp** próxima de 0,98 V, valor levemente inferior ao teórico (1,10 V). Essa variação, que pode ser atribuída a fatores como impurezas nos eletrodos, resistência interna do circuito ou pequenas diferenças na concentração das soluções, foi trabalhada com os alunos,

objetivando fazê-los pensar. Posteriormente, ao conectar duas pilhas em série, foi observado um aumento na voltagem para cerca de 1,96 V. Apesar disso, a calculadora não funcionou, o que provavelmente se deveu à baixa corrente gerada, insuficiente para o acionamento do dispositivo. Esta questão também foi trabalhada com os alunos, objetivando fazê-los pensar.

Imagem 2. Pilhas de Daniell conectadas em sequência.

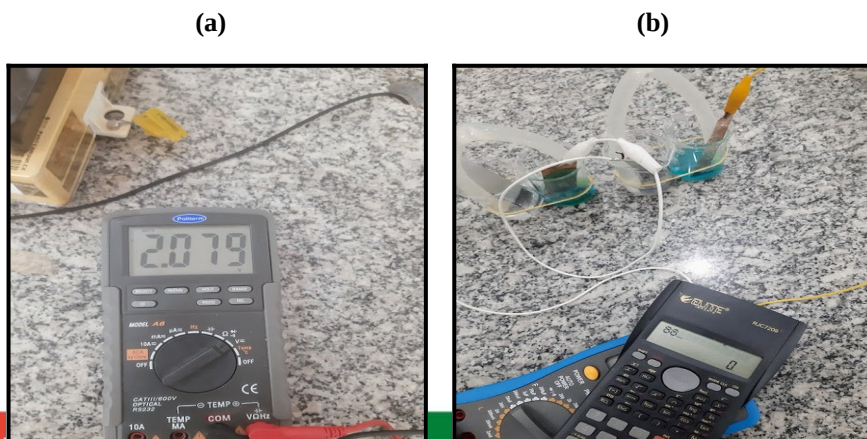


Fonte: Autoria própria.

Ainda assim, o experimento foi considerado bem-sucedido, pois proporcionou uma vivência prática concreta dos conceitos teóricos trabalhados. Os alunos puderam compreender as funções do ânodo, cátodo e ponte salina, além de perceberem como a energia elétrica é resultado direto das reações químicas. A discussão final sobre o descarte de pilhas também foi relevante, estimulando reflexões sobre o impacto ambiental e as alternativas de reciclagem e reaproveitamento desses materiais.

Na imagem 4a, encontra-se o multímetro utilizado nas ações, e ao lado, a calculadora utilizada em pleno funcionamento em uma das ações realizadas.

Imagem 4. (a) Multímetro mostrando no visor a **ddp** produzida; **(b)** Calculadora funcionando a partir da **ddp** gerada.



Ao final de cada ação, foi disponibilizado um questionário aos(as) alunos(as) participantes. As respostas indicaram que mais de 80% dos(as) alunos(as) consideraram a atividade de fácil compreensão e de grande contribuição para o aprendizado de eletroquímica. Muitos destacaram que a prática ajudou a visualizar o que antes era apenas teoria, o que confirma a importância das atividades experimentais no ensino de Química. Essa observação está alinhada com o que defendem Mantuano et al. (2011), que ressaltam que o ensino experimental proporciona uma aprendizagem mais ativa e participativa.

Além dos resultados quantitativos, as observações qualitativas mostraram que os alunos se envolveram emocionalmente com a atividade. A curiosidade despertada pela montagem e funcionamento da pilha incentivou questionamentos sobre a aplicabilidade da eletroquímica em outros contextos, como automóveis elétricos e baterias portáteis. Essa atitude investigativa é um dos principais indicadores de aprendizagem significativa, conforme propõem Klein e Braibante (2017).

Outro ponto de destaque foi o trabalho colaborativo entre os grupos. A troca de ideias, o compartilhamento de funções e a resolução conjunta de problemas favoreceram o desenvolvimento de competências socioemocionais importantes, como empatia, comunicação e responsabilidade. Essa dimensão social da aprendizagem reforça o papel da experimentação como estratégia integradora e humanizadora no ensino de Ciências.

As discussões conduzidas após o experimento revelaram também um amadurecimento conceitual dos participantes. Muitos conseguiram explicar corretamente os processos de oxidação e redução, além de compreender o papel da ponte salina e a origem da diferença de potencial elétrico (**ddp**). Esse progresso conceitual indica que a atividade cumpriu seu papel pedagógico ao consolidar os conhecimentos sobre reações redox.

Em termos ambientais, a reflexão sobre o descarte de pilhas e baterias ampliou a consciência crítica dos estudantes. Eles passaram a reconhecer a importância da reciclagem e da redução do uso de dispositivos descartáveis, conectando o conteúdo químico a problemas reais de sustentabilidade. Essa integração entre ciência e cidadania é um dos objetivos centrais da educação contemporânea.

Por fim, o acompanhamento contínuo dos bolsistas, supervisora e coordenador de área/institucional foi essencial para o sucesso da atividade. A presença de mediadores com domínio teórico e sensibilidade pedagógica garantiu que o processo de ensino-aprendizagem ocorresse de maneira fluida, segura e produtiva. Essa integração entre docente e licenciando, promovida pelo PIBID, fortaleceu o vínculo entre teoria acadêmica e prática escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS





A realização do experimento de pilha de Daniell no contexto do PIBID/CAPES evidenciou o potencial da experimentação como instrumento pedagógico e de motivação para o aprendizado. A interação entre teoria e prática permitiu aos alunos não apenas compreender os conceitos de oxirredução, mas também refletir sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea.

Os resultados demonstraram que a atividade contribuiu significativamente para o desenvolvimento cognitivo e crítico dos participantes, reforçando a importância da experimentação investigativa no ensino de Química. Além disso, a abordagem interdisciplinar e o enfoque em sustentabilidade ampliaram o escopo do aprendizado, aproximando a educação científica das questões ambientais e sociais.

Portanto, iniciativas como esta devem ser incentivadas no âmbito escolar, pois promovem a aprendizagem significativa, fortalecem a formação docente e despertam o interesse dos alunos pela investigação científica.

O trabalho revelou que metodologias ativas e experimentais favorecem o protagonismo estudantil e o engajamento dos alunos, tornando o aprendizado mais efetivo e prazeroso. A vivência prática promoveu a consolidação de conceitos complexos e abstratos, transformando o conhecimento em experiência concreta.

A partir dessa experiência, observou-se também a importância da formação docente voltada à inovação e à reflexão. O PIBID, ao proporcionar essa interação entre licenciandos e o ambiente escolar, atua como um espaço de experimentação pedagógica que beneficia tanto a formação do futuro professor quanto a qualidade do ensino nas escolas públicas.

A reflexão sobre o impacto ambiental das pilhas reforçou a necessidade de uma educação voltada à sustentabilidade e à cidadania. Ao compreenderem os processos químicos envolvidos e suas consequências ecológicas, os estudantes desenvolveram uma visão mais crítica sobre o consumo de energia e o descarte de resíduos tecnológicos.

Outro aspecto relevante foi a valorização do trabalho coletivo e da investigação científica como práticas pedagógicas. A experimentação, quando bem planejada, não apenas desperta o interesse dos alunos, mas também estimula a autonomia intelectual e o pensamento científico, pilares essenciais da educação moderna.

Assim, conclui-se que atividades como esta devem ser ampliadas e incentivadas, pois representam uma ponte entre o conhecimento científico e a realidade social dos estudantes. O ensino de Química, quando contextualizado e vivenciado, torna-se mais acessível, significativo e transformador.

Por fim, este trabalho reforça a relevância de integrar a teoria acadêmica com a prática educativa, destacando a importância de programas como o PIBID para a valorização da docência e o aprimoramento da educação científica. O experimento da pilha de Daniell mostrou-se uma ferramenta eficaz para ensinar, inspirar e transformar o aprendizado de eletroquímica em uma experiência marcante e reflexiva.





AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio e incentivo à formação docente por meio do PIBID.
Ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) pelo espaço e infraestrutura.

À Pró-Reitoria de Ensino (PROEN) e à Secretaria de Estado de Educação (SED-MS) pelo suporte institucional.

REFERÊNCIAS

- KLEIN, Sabrina G.; BRAIBANTE, Mara E. F. *Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens. Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 35–45, fev. 2017.
- MANTUANO, Danuza Pereira; ESPINOSA, Denise Croce Romano; WOLFF, Eliane; MANSUR, Marcelo Borges; SCHWABE, Wilfrid Keller. *Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 21, p. 1–13, set. 2011.
- MARTINS, Ana Nery Alves; LEITE, Cícero Pereira; MARTINS, Jorge Jacó Alves; SILVA, Gilberlândio Nunes da; ARAÚJO, Gilmar Trindade. *Descarte de pilhas e baterias: a problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal–PB, v. 9, n. 5, p. 31–35, dez. 2014.
- MARTINS, Roberto de Andrade; VOLTA, Alessandro. *Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. Acta Scientiarum*, [S. l.], 2004.
- MOSSI, Caroline Silvério. *Pilhas e baterias: uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de eletroquímica utilizando as TDICs e atividades experimentais*. 2018. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2018.
- RODRIGUES, Rogério Pacheco; SILVA, Flávia Fernanda Alves da; FARIAS, Waldicléio Ribeiro; FARIA, Denise Medeiros; VIEIRA, Lucas Miranda; RESENDE, Erika Crispim. *Pilhas e baterias: desenvolvimento de oficina temática para o ensino de eletroquímica. Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 240–250, 2019. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.





SUSSUCHI, Eliana Midori; MACHADO, Samísia Maria Fernandes; MORAES, Valéria Regina de Souza. *Reações de oxidação e redução: aula 20*. Química I. [S. l.]: [s. n.], 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Instituto de Química. Departamento de Química Inorgânica. *Reações de oxirredução: experimento 9*. Rio de Janeiro: UFRJ, [s. d.]. 14 p.

