

Oficina das pilhas: uma proposta de metodologia ativa para o ensino de eletroquímica

Batteries workshop: a proposal for an active methodology for teaching electrochemistry

Taller de baterías: una propuesta de metodología activa para la enseñanza de la electroquímica

Mateus Lima Coutinho (teulimma@gmail.com)
Instituto Federal Baiano Campus Guanambi, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8234-2340>

Matheus dos Santos Rocha (matheusrocha.cba1234@gmail.com)
Instituto Federal Baiano Campus Guanambi, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2653-9640>

Paulo Henrique Brito Figueiredo (pauloaj50@gmail.com)
Instituto Federal Baiano Campus Guanambi, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3727-6070>

Resumo:

O ensino de química no ensino médio vem se tornando cada vez mais desafiador. Por conseguinte, o desenvolvimento de metodologias ativas de ensino mostra-se uma alternativa facilitadora e eficaz na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Em função disso, o presente relato de experiência descreve a aplicação de momentos de aprendizagem no formato de oficina a qual foi intitulada de “Oficina das pilhas” a fim de implementar uma abordagem diferente das aulas tradicionais para o ensino de eletroquímica. A oficina consistiu no desenvolvimento e aplicação de dois experimentos de eletroquímica valendo-se de materiais e reagentes de baixo custo aos quais foram utilizados na construção de duas pilhas: a pilha de limão e a pilha de forma de gelo. Fundamentando-se nas observações e nos resultados obtidos a partir atividades avaliativas, percebeu-se um efeito satisfatório no que se refere ao aprendizado dos principais conceitos trabalhados referentes ao conteúdo de eletroquímica. Tal fator, foi evidenciado pelo alto rendimento qualitativo observado durante o processo e elevado percentual obtido pelos discentes na média da avaliação aplicada.

Palavras-chave: Eletroquímica; Ensino de química; Oficina.

Abstract:

Teaching chemistry in high school is becoming increasingly challenging. Therefore, the development of active teaching methodologies proves to be a facilitating and effective alternative in improving teaching-learning processes. As a result, this experience report describes the application of learning moments in the workshop format, which was entitled

“Battery Workshop” in order to implement a different approach from traditional classes for teaching electrochemistry. The workshop consisted of the development and application of two electrochemistry experiments using low cost materials and reagents which were used in the construction of two piles: the lemon pile and the ice-form pile. Based on the observations and results obtained from evaluative activities, a satisfactory effect was noticed in terms of learning the main concepts worked on regarding the content of electrochemistry. This factor was evidenced by the high qualitative performance observed during the process and the high percentage obtained by the students in the average of the applied evaluation.

Keywords: Electrochemistry; Chemistry teaching; Workshop.

Resumen:

Enseñar química en la escuela secundaria es cada vez más desafiante. Por tanto, el desarrollo de metodologías activas de enseñanza demuestra ser una alternativa facilitadora y eficaz en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Como resultado, este relato de experiencia describe la aplicación de momentos de aprendizaje en el formato de taller, que se denominó “Taller de Baterías”, con el fin de implementar un enfoque diferente a las clases tradicionales para la enseñanza de la electroquímica. El taller consistió en el desarrollo y aplicación de dos experimentos de electroquímica utilizando materiales y reactivos de bajo costo los cuales fueron utilizados en la construcción de dos pilas: la pila limón y la pila forma hielo. Con base en las observaciones y resultados obtenidos de las actividades evaluativas, se notó un efecto satisfactorio en cuanto al aprendizaje de los principales conceptos trabajados en cuanto al contenido de la electroquímica. Este factor se evidenció por el alto desempeño cualitativo observado durante el proceso y el alto porcentaje obtenido por los estudiantes en el promedio de la evaluación aplicada.

Palabras-clave: Electroquímica; Enseñanza de la química; Taller.

INTRODUÇÃO

A eletroquímica é o ramo da química que estuda as reações as quais envolvem o uso de eletricidade e as transformações ocorridas na matéria por meio dela. Para isso, utiliza de conceitos importantes tais como: reações de oxirredução, pilhas e baterias, potenciais de redução, células galvânicas, ponte salina, eletrodos, células eletrolíticas, galvanoplastia, eletrólise e muitos outros termos químicos (ATKINS; JONES; LAVERMAN, p. 537). Sob a ótica do ensino de química, entretanto, esse grande número de conceitos associados a algumas operações matemáticas, que de forma inerente acompanham o estudo da eletroquímica, podem dificultar o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos e tornar esse conteúdo, que é extremamente relevante para o conhecimento dos alunos, pouco convidativo e pouco efetivo (VENTURI *et al.*, 2021;

CULLEN; PENTECOST, 2011). Isso acontece principalmente em aulas que remetem à tendência tradicional, as quais não empregam abordagens e ferramentas didáticas facilitadoras, e, por isso, têm dificuldade em despertar o interesse dos alunos (MOURA *et al.*, 2018). Diante disso e da necessidade de ser proposto um ensino capaz de facilitar a compreensão e aplicação dos conteúdos aprendidos em sala de aula, bem como, associá-los aos processos e fenômenos químicos que ocorrem no cotidiano, faz-se imprescindível o uso de metodologias eficazes para a facilitação da relação de ensino e aprendizagem dos conteúdos (SANTOS *et al.*, 2018).

Uma alternativa prática que pode se tornar extremamente importante e impactante para os processos de ensino e aprendizagem é a abordagem dos conteúdos via metodologias ativas. A partir delas, é possível que haja mais envolvimento e engajamento dos discentes com os conteúdos com intuito de eles exporem seus conhecimentos e, a partir dessa interação, tornar possível a construção de novas concepções sendo viável o rompimento com a teoria desarticulada e desconexa, a qual privilegia a memorização de fórmulas e relações muito distantes das realidades dos alunos (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; ANDRADE *et al.*, 2021). A partir da utilização de metodologias ativas é esperado que os discentes, além da melhor assimilação dos conteúdos, possam também desenvolver habilidades importantes para o seu desenvolvimento enquanto cidadão, como: curiosidade científica, inovação, espírito crítico reflexivo, responsabilidade entre outros (KOMATSU *et al.*, 1998). Uma das maneiras de se abordá-las em química é a utilização da experimentação, uma vez que ela é capaz de correlacionar satisfatoriamente a relação indissociável entre os termos teóricos e a real e efetiva aplicabilidade prática (REGINALDO; SHEID; GÜLLICH, 2012). Contudo, a realização de experimentos químicos em muitas instituições públicas de ensino enfrenta diversos obstáculos como: a ausência de instalações laboratoriais ou a falta de substâncias químicas, vidrarias e equipamentos (PÁDUA *et al.*, 2023).


Em função disso, o presente relato de experiência mostra como foi buscada a implementação de uma “Oficina das pilhas” em turmas do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), *campus* Guanambi, com vistas a buscar uma abordagem diferente das aulas tradicionais para o ensino de eletroquímica utilizando-se de materiais acessíveis e de baixo custo.

METODOLOGIA

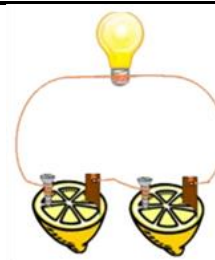
Foi feito um planejamento em que se definiu um cronograma, selecionou-se e testou-se experimentos, elaborou-se roteiros, slides e instrumentos avaliativos. As atividades foram intituladas de Oficinas das pilhas, realizadas com três turmas do ensino médio, 82 alunos, e tiveram duração de duas horas cada abordando o tema de pilhas.

Os encontros foram realizados no laboratório de química do IF Baiano *campus* Guanambi, onde, no primeiro momento, conduziu-se uma abordagem teórica dos referidos temas, valendo-se de recursos audiovisuais como: quadro branco, projeção de slides, esquemas e animações. No segundo momento, reservou-se um período destinado a condução de experimentos pelos alunos das turmas. Nessa etapa, os discentes realizaram experimentos valendo-se da utilização de materiais alternativos e de baixo custo, a fim de compreender os processos de transferência de elétron que envolvem o funcionamento das pilhas. Nesses experimentos, foram desenvolvidas duas pilhas diferentes: a pilha de limão e a pilha de forma de gelo (quadro 01).

Quadro 01 - Roteiros dos experimentos.

Experimento de eletroquímica: Pilha de limão	
Materiais:	
limão; 1 faca; 1 voltímetro; 1 placa de cobre (ou moeda de cobre); 1 placa de zinco (ou prego de zinco); 2 fios elétricos com garras de jacaré (pode providenciar fios de cobre).	
Procedimentos:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Faça dois pequenos cortes na casca do limão e enfie em cada um a placa de cobre e a placa de zinco (os metais não devem se tocar); 2. Conecte os fios com as garras de jacaré em cada uma das placas e ao voltímetro do outro lado. (Se você não tiver as garras de jacaré, conecte os fios de cobre); 3. Se a pilha funcionar, o voltímetro mostrará quanto de corrente elétrica está sendo produzido. 	
Você também pode realizar esse experimento ligando vários limões em série, como mostrado ao	

lado. Quanto mais limões você colocar, maior será a intensidade da corrente elétrica.



Pilhas ligadas em série

Experimento de eletroquímica: Pilha de forma de gelo

Materiais:

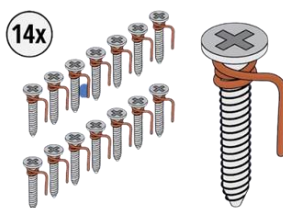
Forma de gelo; Água; Cloreto de sódio; Parafusos de zinco; Fios de cobre; Multímetro.

Procedimentos:

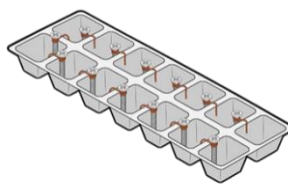
1. Prepare uma solução de água e cloreto de sódio;



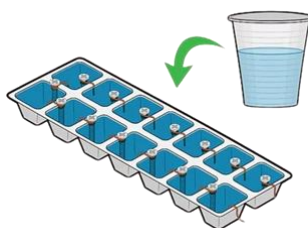
2. Em seguida, fixe uma das pontas do parafuso com o fio de cobre, formando um V (de um lado parafuso, do outro o fio de cobre). É importante que o fio e o parafuso fiquem bem fixados um no outro. Repita o procedimento nos demais parafusos;



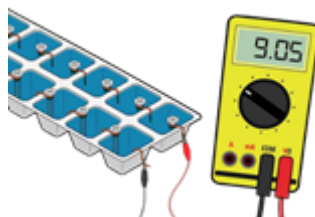
3. Coloque a cabeça do parafuso em um quadradinho e a ponta do fio de cobre no quadradinho ao lado. É importante não deixar os parafusos se encostarem um no outro;



4. Adicione a solução de cloreto de sódio em cada quadradinho da forma de gelo, que modo que as pontas do parafuso e do fio de cobre fiquem submersas;



5. Utilize o voltímetro para verificar a diferença de potencial do circuito produzido.



Discutindo o experimento

1. Qual dos eletrodos é o cátodo?
2. Qual dos eletrodos é o ânodo?
3. O que acontece com cada eletrodo? Indique qual a direção do fluxo de elétrons.
4. Calcule o potencial padrão da pilha que você montou. Lembrete: $E^{\circ}_{\text{cel}} = E^{\circ}_{\text{red}}(\text{cátodo}) - E^{\circ}_{\text{red}}(\text{ânodo})$
5. Da tabela abaixo, quais os dois metais você escolheria para produzir a melhor pilha? Justifique.
6. Explique a função da ponte salina.

Ferro	$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(s)}$	- 0,44 V
Chumbo	$\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Pb}_{(s)}$	- 0,13 V
Cobre	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(s)}$	+ 0,34 V
Prata	$\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}_{(s)}$	+ 0,80 V

Fonte: Autores, 2023.

No terceiro momento, após a execução de cada experimento, realizou-se a discussão de questões teóricas tendo em vista fixar o conteúdo trabalhado. Ao final da oficina, foi proposta uma atividade avaliativa realizada por meio da plataforma “Google Forms” para verificação da aprendizagem. A atividade foi entregue em forma dissertativa, na qual os discentes deveriam discorrer sobre os principais conceitos abordados na oficina. Na avaliação escrita, foi requerido dos alunos a habilidade de discorrer sobre os cinco conceitos principais abordados na oficina, sendo eles: reação de oxirredução, Pilha de Daniell, cátodo e ânodo, ponte salina e diferença de potencial. A avaliação de cada estudante foi corrigida verificando-se a coerência das respostas com o conteúdo trabalhado de forma teórica e prática.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As etapas da oficina das pilhas, bem como os registros e observações realizados, são descritas a seguir.

Primeiro momento: aula teórica

Durante a discussão teórica, foi evidente que a utilização de recursos visuais como figuras e animações conseguiram melhorar a compreensão do universo subatômico do qual fazia parte o sistema em estudo. Além disso, as tabelas foram utilizadas para apresentar uma comparação de diferentes tipos de pilhas, incluindo as suas características, valores dos potenciais padrão de redução e aplicações. Por isso, esses recursos forneceram uma representação clara e concisa dos processos complexos que ocorrem numa célula eletroquímica, facilitando aos alunos a compreensão dos conceitos fundamentais. Nesse sentido, conforme Capellato e colaboradores (2019), as abordagens por meio de metodologias ativas desempenham um papel crucial no desenvolvimento de habilidades sociais e escolares nos alunos, tais como capacidade de discussão, argumentação e

habilidades oratórias. Isso confere uma dinâmica mais intensa ao processo de ensino e aprendizagem.

A partir disso, a abordagem teórica da oficina foi conduzida de forma expositiva e dialogada, de modo que contou com a participação dos alunos em todo o seu percurso. De fato, percebeu-se que essa abordagem promoveu o envolvimento ativo e o pensamento crítico, permitindo que os alunos desenvolvessem uma compreensão abrangente do funcionamento das pilhas. Nesse sentido, o ensino dialogado envolveu discussões ativas entre os regentes e os alunos, promovendo o pensamento crítico e uma compreensão mais profunda. Desse momento, fizeram parte sessões de perguntas e respostas, discussões em conjunto e a resolução de problemas. Através destas interações, os alunos puderam envolver-se ativamente com a eletroquímica, esclarecer as suas dúvidas e aplicar os seus conhecimentos a cenários do mundo real.

Segundo momento: procedimento experimental

Durante a condução dos experimentos, percebeu-se que a utilização de reagentes e materiais do cotidiano promoveram o desenvolvimento de uma oficina contextualizada, mais atrativa e que despertou a curiosidade dos alunos. Isso foi identificado pelo surgimento de diversos questionamentos, além do desenvolvimento e verificação de hipóteses que surgiam naturalmente durante os experimentos. A seguir, são apresentados alguns problemas encontrados, bem como as hipóteses propostas pelos alunos para solucioná-los (Tabela 01).

Tabela 01 - Problemas, hipóteses e resultados obtidos nos experimentos

Nº	Problema	Hipótese	Intervenção
01	Funcionamento irregular da calculadora	Verificar com o multímetro se a voltagem produzida corresponde a voltagem adequada a calculadora	Adicionou-se ou removeu-se as pilhas ligadas em série, até que se obteve a voltagem correta da calculadora
02	Funcionamento irregular da calculadora, após resolvido o problema 01	Conexão incorreta dos fios elétricos e polos invertidos	Ajuste da conexão dos fios e troca dos polos da calculadora

03	Baixa voltagem produzida pela associação das pilhas na forma de gelo	Os materiais deveriam estar oxidados, visto que já foram utilizados em oficinas anteriores	Substituição por parafusos e fios de cobre novos
----	--	--	--

Fonte: Autores, 2023.

A partir desses dados, percebe-se que, ao observar e manipular objetivos do cotidiano, como placas de metal, soluções eletrolíticas e multímetros, os alunos puderam relacionar conceitos teóricos a objetos tangíveis. Esta abordagem diminuiu o distanciamento entre as teorias abstratas e as suas aplicações práticas. Bonatto e Lauxen (2023) destacam a importância da contextualização para um processo de ensino e aprendizagem significativo. Acredita-se que, nas aulas de química, é indispensável proporcionar aos estudantes o acesso ao conhecimento científico, associando-o ao contexto social.

Ao refletir sobre a troca dos materiais dos eletrodos ou as concentrações dos eletrólitos, os alunos puderam investigar a forma como estes fatores afetam o desempenho das pilhas e os potenciais das células. A atividade foi marcada pelo trabalho de grupo, incentivando a aprendizagem em colaboração.

Terceiro momento: discussão dos experimentos

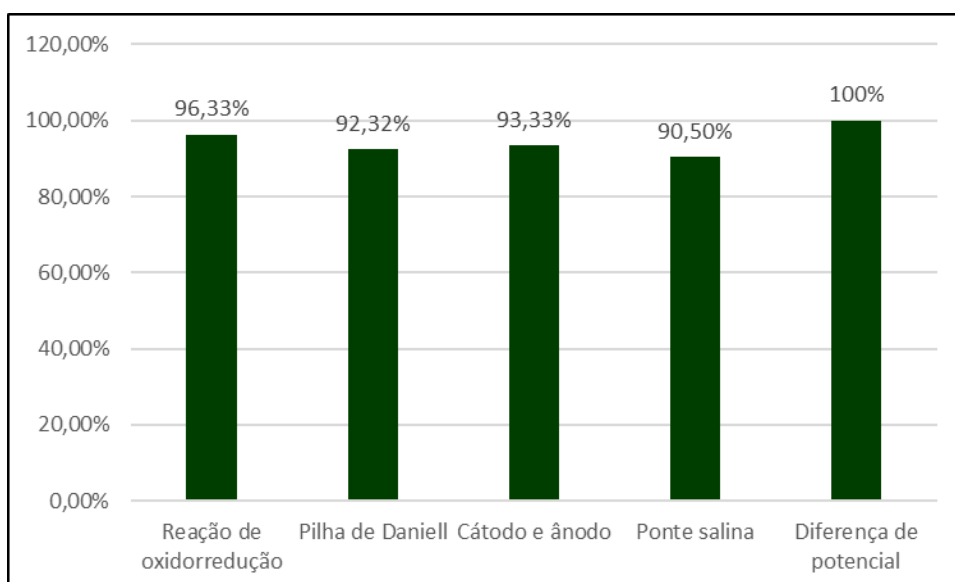
Ao final dessa etapa, a discussão da lista de problemas auxiliou no esclarecimento das dúvidas que surgiram durante o processo. Através destas discussões, os alunos tiveram a oportunidade de consolidar os seus conhecimentos, aplicando-os a cenários do mundo real e a situações de resolução de problemas. A princípio, os exercícios permitiram que os alunos revisitassem e reforçassem os conceitos teóricos abordados na etapa expositiva e dialogada. Através da discussão, puderam explorar diferentes cenários e desenvolver uma compreensão mais profunda do funcionamento das pilhas em diferentes contextos.

Esse momento também permitiu a reflexão sobre os resultados experimentais e a análise de dados obtidos durante a aula prática. Nesse sentido, os alunos puderam refletir sobre os resultados, identificar padrões e tirar conclusões. Esta reflexão ajudou a reforçar as relações de causa e efeito envolvidas no funcionamento das pilhas e a compreender os

fatores que influenciaram o seu desempenho. Nessa perspectiva, Nascimento e Ventura (2003) afirmam que as aulas experimentais desempenham um papel fundamental no ensino de química, pois esse método favorece o processo de ensino e aprendizagem ao correlacionar a teoria com a prática. Tal abordagem visa contextualizar o conteúdo abordado em sala de aula com situações do cotidiano, promovendo, assim, uma aprendizagem significativa. Essa estratégia de ensino é respaldada pelo fato de que tais aulas práticas contribuem significativamente para a compreensão da natureza da ciência e dos conceitos científicos. Além disso, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e na identificação de concepções pseudocientíficas, promovendo, dessa maneira, uma melhoria substancial na assimilação dos conhecimentos.

Avaliação final

Percebeu-se, na avaliação final, que a oficina das pilhas teve bons resultados na aprendizagem de conceitos como: reação de oxirredução, Pilha de Daniell, cátodo e ânodo, ponte salina e diferença de potencial, a qual foi evidenciada pelo rendimento de 94,60% na média da avaliação aplicada ao final do processo. O rendimento em cada critério é demonstrado na figura 01.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 01 - Rendimento percentual dos alunos no atendimento de cada critério avaliativo

A partir da figura 01, é possível verificar que os alunos obtiveram resultados satisfatórios em todos os critérios cobrados na avaliação final, uma vez que superaram a média para aprovação na disciplina (60,00%). Para exemplificar os dados anteriores, estão apresentadas a seguir algumas respostas da atividade avaliativa (Tabela 02).

Tabela 02 - Exemplos de respostas da avaliação final

Conceito avaliado	Exemplo de resposta correta	Exemplo de resposta incorreta ou incompleta
Reação de oxirredução	“A reação de oxirredução é o processo de ganha ou perda de elétrons em uma reação química, quando se perde elétrons chamamos de oxidação e quando se ganha elétrons chamamos de redução. Para identificar este processo, verificamos o Número de Oxidação (NOX) (), se o NOX do produto estiver maior que o reagente ocorreu a oxidação, mas se o NOX do reagente estiver maior, ocorreu uma redução.”	“A reação de oxirredução é a tendência que uma espécie química tem em ganhar elétrons por meio de uma reação de redução ou a medida da capacidade de uma espécie química em agir como agente oxidante, se tornando uma reação de perda e ganha de elétrons.”
Pilha de Daniell	“Pilha de Daniell é uma pilha que seu sistema é formado por ânodo e um cátodo, na qual o ânodo é um eletrodo negativo que “doa” elétrons” para o eletrodo positivo ou cátodo, normalmente um é uma placa de zinco e o outro de cobre, respectivamente. Também é necessário uma ponte salina e um fio pra interligar o ânodo e o cátodo. Gerando assim uma energia química que se transforma em energia elétrica.”	“A Pilha de Daniell tem em sua composição, o ânodo, que é um eletrodo negativo, esse cede elétrons para o cátodo. Para que esse processo ocorra, é necessário um fio e uma ponte salina, utilizados na interligação do ânodo ao cátodo, assim obterá sucesso no experimento.”

<p>Cátodo e ânodo</p>	<p>“O ânodo e o cátodo são, respectivamente o polo negativo (onde ocorre a oxidação) e o polo positivo (onde ocorre a redução), suas funções na pilha são de gerar uma corrente elétrica.”</p>	<p>“Para transformar a energia da corrente química é necessário a presença de componentes das pilhas que são os cátodos, eletrodos negativos, recebem os elétrons, polo negativo, possui função de atrair os cátions, ocorrendo a redução, e os ânodos, eletrodos de polo positivo, ele transfere e atrai os elétrons ocorrendo a oxidação.”</p>
<p>Ponte salina</p>	<p>“A medida que o recipiente com cobre vai recebendo elétrons, a barra de cobre vai perdendo íons e fica mais negativa, enquanto a de zinco vai ganhando íons e vai ficando mais positivo. Por isso é importante ter a ponte salina, pois ela mantém o equilíbrio elétrico de toda a pilha, assim os cátions de potássio vão para o recipiente com a solução mais negativa e os ânions de cloro vão para a mais positiva.”</p>	<p>“As pontes de salina é um tudo com uma solução de sal que faz a ligação entre os eletrodos negativo e positivo fazendo a união das células de uma pilha.”</p>
<p>Diferença de potencial</p>	<p>“Já a DDP ou diferença de potencial também conhecida como força eletromotriz, é o trabalho realizado entre dois pontos para deslocar as cargas elétricas, na pilha de Daniel podemos evidenciar esta força, normalmente de 1,10 v.”</p>	<p>Não houve</p>

Fonte: Autores, 2023.

A partir da tabela 02 e da figura 01, verifica-se que todos os alunos descreveram adequadamente o conceito de diferença de potencial. Quanto aos demais conceitos, foi possível verificar uma dificuldade mais recorrente em descrever a Ponte salina, a Pilha de Daniell, o Cátodo e o Ânodo e a Reação de oxirredução, em ordem decrescente de

dificuldade. No que se refere a Ponte salina, a inadequação das respostas estava em não descrever seu papel no funcionamento da pilha, a partir da manutenção da eletroneutralidade do sistema pela migração de íons. Essas respostas, no entanto, descreveram o formato da Ponte salina e sua localização entre os compartimentos da pilha de forma adequada. Quanto as respostas incompletas sobre a Pilha de Daniell, por sua vez, essas não descreviam os metais utilizados no cátodo e ânodo, ou não descreviam todos os elementos do sistema. Quanto as respostas inadequadas para a descrição do Cátodo e Ânodo, as inconsistências estavam na inversão das cargas utilizadas para notação de cada eletrodo. Quanto as respostas inadequadas para a descrição das Reações de oxirredução, as inconsistências estavam na utilização do conceito de potencial padrão de redução como sinônimo de Reação de oxirredução.

A partir disso, embora todos os alunos tenham obtido resultados satisfatórios na nota final da avaliação, é válido salientar as dificuldades destacadas anteriormente, tendo em vista orientar as abordagens futuras na continuação do conteúdo de eletroquímica.

CONCLUSÃO

Após a oficina e de posse dos resultados obtidos, foi possível constatar que houve um bom resultado em relação ao aprendizado de eletroquímica com essa atividade mediada por metodologias ativas, haja vista que os estudantes conseguiram observar de forma teórica e prática o funcionamento de uma pilha, seus compartimentos e a associação de cada um deles dentro da reação de oxirredução e geração do trabalho elétrico. Por fim, destaca-se também a utilização de atividades práticas que envolvam experimentação e associação teórico-prática, mesmo com a utilização de materiais adaptados e de baixo custo, puderam contribuir de maneira assertiva na construção de conhecimentos significativos por parte dos discentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. S. A; COSTA, I. da F.; MORAIS, S. R.; FERREIRA, J. C. P.; DOS SANTOS, A. P. B. O ensino de química e as metodologias ativas: uma abordagem para o conteúdo de ligações químicas. *Scientia naturalis*. v. 3, n. 2, p. 746-759, 2021.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BONATTO, A.; LAUXEN, A. A. As Possibilidades para a Contextualização no Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza: Uma Revisão das Publicações em Revistas da Área de Ensino. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n. 1, 2023.

CAPELLATO, P.; RIBEIRO, L. M. S.; SACHS, D. Metodologias ativas no processo de ensino - aprendizagem utilizando seminários como ferramentas educacionais no componente curricular química geral. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, 2019.

CULLEN, D. M. e PENTECOST, T. C. A model approach to the electrochemical cell: an inquiry activity. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 11, p. 1562–1564, 2011.

KOMATSU, R. S.; ZANOLLI, M. B.; LIMA, V. V. **Aprendizagem baseada em problemas**. In: MARCONDES, E.; GONÇALVES, E.L. (Orgs.). Educação médica. São Paulo: Sarvier, 1998.

MOURA, F. M. T.; SOUSA, R. F.; CARNEIRO, C. C. B. S. O ensino de química contextualizado: as vozes discentes. **Revista Insignare Scientia**, v. 1, n. 3, 2018.

NASCIMENTO, S. S.; VENTURA, P. C. Física e Química: uma avaliação do ensino. **Presença Pedagógica**, v. 9, n. 49. 2003.

PÁDUA, G. M. S.; BARRADAS, J. A. B.; PINHO, I. M. S.; SANTOS, C. R.; FRATARI, S. C.; SAMPAIO, O. M.; CURCINO, L. C. O Método de Enfloração Como Ferramenta Pedagógica no Ensino de Interações Intermoleculares. **Revista Insignare Scientia**, v. 6, n. 1, 2023.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J. e GÜLLICH, R., I. C. (2012). O ensino de Ciências e a experimentação. **IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul – IX ANPED Sul**. Disponível em:<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>, acesso jul. 2023.

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, n. 4, p. 258-266, 2018.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: Compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

VENTURI, G.; JUNCKES, E. S.; MARTIN, M. G. M. B. e 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.