

TÉCNICAS DE ABORDAGEM DO ENSINO DA ELETROQUÍMICA: ESTUDO DE REVISÃO

Gicelia Moreira¹
Nataline Cândido da Silva Barbosa²
Hortência Luma Fernandes Magalhães³

RESUMO

A eletroquímica é uma disciplina que tem dois temas recorrentes muito importante que são as pilhas e baterias. Acredita-se que o uso de pilhas tenha começado há pelo menos 2000 anos. É um conteúdo essencial da disciplina de físico-química. É um assunto indispensável, pois apresenta diversas aplicabilidades em materiais no dia-a-dia como como pilhas, processos industriais para obtenção de metais ou recobrimento de peças metálicas e, até mesmo, eletricidade. Diante disto, o presente trabalho tem por objetivo de estudo de estudo de formas contextualizadas do ensino de eletroquímica, no ensino médio, técnico e tecnológico, seja um estudo teórico ou experimental. Pode-se analisar por meio de questionários, jogos lúdicos e experimentos em sala de aula, que a aprendizagem do alunado torna-se mais eficaz e ativa, principalmente quando se trata de jogos didáticos e aulas experimentais, deportando uma motivação por parte do discente em relação ao assunto e ao mesmo tempo, fugindo de uma aprendizagem mecânica, melhorando assim o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Eletroquímica, Revisão, Pilha, Bateria, Alunos.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Química faz parte do programa curricular do ensino médio, tornando-se necessário a implementação de novas metodologias de ensino e de aprendizagem que despertem a ativa dos alunos, procurando assim vincular o trabalho intelectual às atividades experimentais. Logo, o ensino de química necessita possibilitar ao aluno a compreensão das transformações químicas e favorecendo uma aprendizagem significativa, superando a aprendizagem mecânica (BRASIL, 2013). Diante disso, foram estruturadas e organizadas propostas pedagógicas com objetivo de orientar as competências básicas tendo princípios de interdisciplinaridade, diversidade e contextualização dos conteúdos do ensino médio (BRASIL, 2013; FERRI, 2016).

No entanto, no estudo da eletroquímica, ciência que estuda as interfaces carregadas eletricamente é tida nas grandes ocasiões como um obstáculo à aprendizagem de Química no Ensino Médio: “por parte dos alunos é considerado que é um conteúdo complexo de difícil entendimento e compreensão” (Sanjuan et al., 2009).

¹ Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal - UFCG, gicelia.moreira@eq.ufcg.edu.br

² Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal – UFCG, natelu@hotmail.com

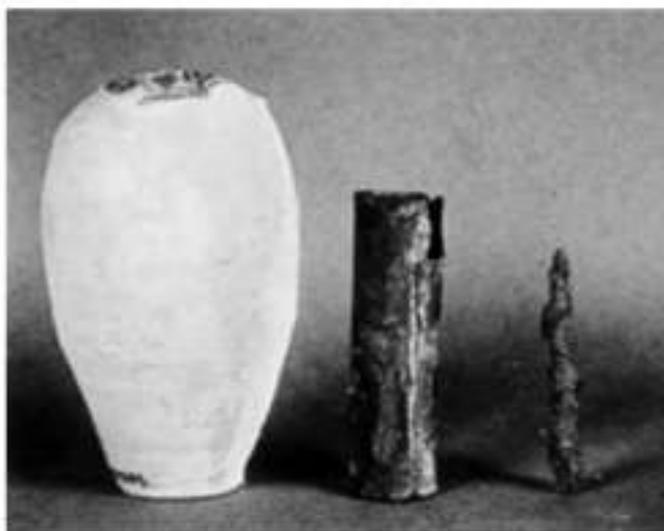
³ Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal – UFCG, hortencia.luma@gmail.com

O estudo experimental é de grande e fundamental importância, pois a experimentação tende a auxiliar para que o aluno possa ter um canal para adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos a partir dos práticos e vice-versa. O ensino sobre a natureza das ciências tem sido favorecido através de atividades experimentais que proporcionam a compreensão dos métodos e procedimentos da ciência. Porém, o fazer ciência quando é projetado por uma boa atividade experimental, contribui para o desenvolvimento dos conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas (MEC, 2014). Diante disto, o presente trabalho tem por objetivo de estudo de formas contextualizadas do ensino de eletroquímica, no ensino médio, técnico e tecnológico, seja um estudo teórico ou experimental

TIPOS DE PILHAS

De acordo com GALIZA et al., 2014, o uso de pilhas tenha sido iniciado há pelo menos 2000 anos. Isso se deu diante da descoberta de um instrumento em um túmulo de Bagdá, no Iraque, como pode ser observado na Figura 1. O objeto era constituído de um jarro cujo centro continha uma barra de ferro envolta por uma chapa de cobre. De acordo com Galiza, depois da descoberta foram realizados alguns experimentos replicando o mesmo sistema produzindo de 1,5V até 2,0V de energia.

Figura 1: Primeiras pilhas em estudo: pilha de Bagdá.



Fonte: Carvalho et. al., 2013.

Luigi Galvani, por volta do século XVII, propôs em seus estudos que a eletricidade era de origem animal, com base nos experimentos com músculos e células nervosas rãs. Porém, no ano de 1772, Alexandre da Volta repetiu o experimento feito por Luigi e dissertou outra explicação para a origem da eletricidade. Assim, Volta pode considerar que a eletricidade tinha origem externa á rã e que os metais utilizados no experimento era o que causava os choques elétricos que acabavam contraindo a musculatura do animal (PATROCÍNIO, MORADILLO E PINHEIRO, 2016). Diante disto, Alexandre da Volta propôs um novo modelo de pilha com diferentes metais na presença de uma solução salina, como pode ser observado, na Figura 2.

Figura 2: Pilha de Alexandre da Volta.

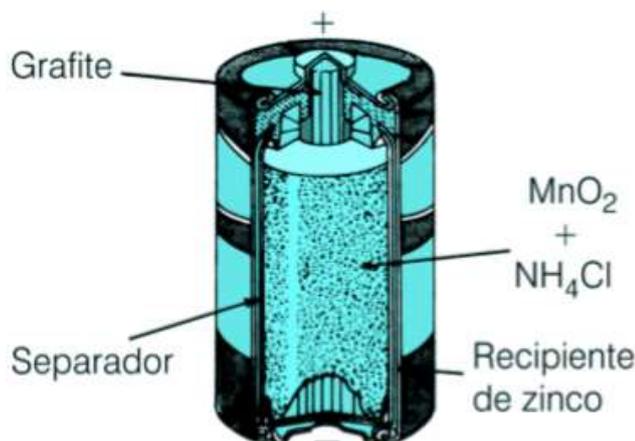


Fonte: <https://def.fe.up.pt/eletricidade/corrente.html>

No ano de 1836, George Laclanché desenvolveu a pilha seca chamada de pilha de zinco-carbono, Figura 3. A pilha desenvolvida por Leclanché era composto por uma placa de zinco, bastão de grafite inserido em um tubo poroso contendo carbono em pó, dióxido de manganês (MnO_2) e uma solução de cloreto de amônio. A Pilha de Leclanché mostra um desenvolvimento na aplicabilidade, onde, esta pilha retrata um sério problema quanto às reações paralelas, que acontecem quando armazenadas ou quando ficam muito tempo sem sofrer descargas, fazendo com que ocasione vazamentos de materiais. Devido à baixa vida útil, e baixo desempenho a serem utilizados em temperaturas diferentes da faixa de 20-40 °C, o uso desse tipo de pilhas é cada vez menor (SILVA et al., 2011).

Um outro tipo de pilha é a pilha alcalina, na verdade, a pilha alcalina é uma modificação da pilha de zinco e dióxido de manganês, com os mesmos eletrodos, porém, o eletrólito é munido em uma solução aquosa de hidróxido de potássio. É importante mencionar também que a pilha alcalina é recoberta por uma chapa de aço para garantir sua vedação e evitar que vazem materiais como ocorre na pilha de Leclanché, Figura 4. O desempenho desse tipo de pilha é muito superior à pilha seca com capacidade de descarga de 4 vezes maior, e também não apresenta reações paralelas, podendo assim ser armazenada sem se preocupar com possíveis vazamentos. Também, não apresenta metais tóxicos como mercúrio, cádmio e chumbo, mostrando-se assim menos prejudicial ao meio ambiente (SILVA *et al.*, 2011).

Figura 3. Pilha seca de Leclanché.



Fonte: Bocchi et al., 2000.

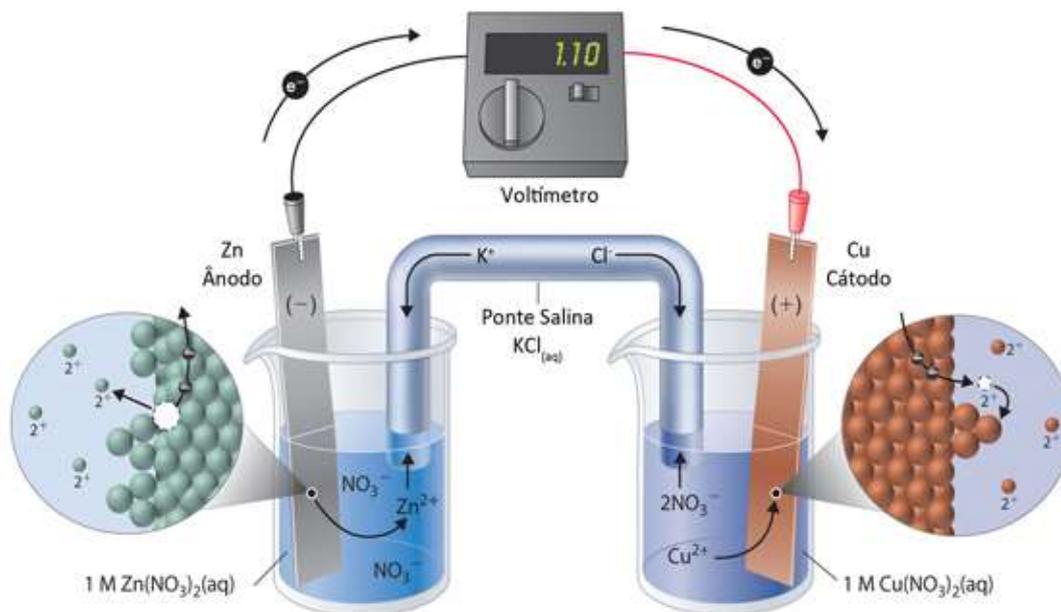
Figura 4. Pilha de zinco/dióxido de manganês (alcalina).



Fonte: Bocchi, et al., 2000.

O químico e meteorologista, John Frederic Daniell, foi o responsável pela invenção de diversos experimentos, entre eles uma pilha que levou seu nome no ano de 1836, sendo chamada de pilha de Daniell, Figura 5. A pilha de Daniell é uma célula composta de eletrodos de cobre e zinco conectados respectivamente imersos em uma solução de Cu^{2+} e Zn^{2+} . Este estudo representou um grande avanço sobre a pilha de Volta quando foi criada as baterias.

Figura 5: Representação da Pilha de Daniell.



Fonte: <https://aulasdequimica.com.br/infografico-pilha-de-daniell/>, acesso em 18 de agosto de 2020.

A Figura 6, é uma representação da dos eletrodos da pilha de Daniell depois do processo de oxidação e redução da solução Cu^{2+} e Zn^{2+} .

Figura 6: Representação da oxidação-redução.



Fonte: <https://aulasdequimica.com.br/infografico-pilha-de-daniell/>, acesso em 18 de agosto de 2020.

ESTUDO DE REVISÃO DA LITERATURA

O Ensino de Eletroquímica

O ensino de uma forma geral, não apenas o ensino de Química, necessita de um pensamento crítico e estruturação em busca de novos métodos de apresentação de conteúdo, onde esses métodos podem ser por meio de aulas experimentais, expositivas, dialogadas ou vídeos de forma que possa analisar a química como uma nova perspectiva. No entanto, várias formas de exposição de aulas podem fazer com que o professor e o aluno busquem o entendimento da teoria e das propriedades físico-químicas de forma que relacionem com os acontecimentos da vida diária (KATHYNNE, 2016). De acordo com a autora, a experimentação no ensino de eletroquímica além de promover a relação com o conteúdo, faz com que a interação dos alunos e os seus conhecimentos cognitivos sejam fortalecidos e o processo de reflexão e de decisão do aluno. No entanto, o uso de experimentos com os alunos torna-se um canal de conhecimento e curiosidade por parte dos alunos, fazendo com que eles tomem decisões e podendo assim elaborar perguntas proporcionando novos métodos de avaliação por parte do professor.

Com isso, o objetivo principal de Kathynne (2016) foi de analisar a contribuição da utilização de experimentos como metodologia para o ensino de eletroquímica em cursos técnicos integrados ao ensino médio, por meio de:

- Propondo abordagens didáticas para apresentação dos conceitos de eletroquímica com ênfase na experimentação colaborativa;
- Elaborando uma sequência didática na aprendizagem dos conceitos químicos explorados nos experimentos;
- Verificando a contribuição da sequência proposta anteriormente na aprendizagem dos químicos explorados nas aulas práticas;
- Examinar se as atividades experimentais se correlacionam com a teoria aplicada.

A autora pode concluir que a condução da atividade diretamente no laboratório sem os conceitos básicos de aulas teóricas é bem desafiadora, fazendo-se a necessidade de um

conteúdo mais próximo possível da realidade dos alunos. Sendo colocado também, não basta só o experimento em si, mas, um bom planejamento antes de toda e qualquer atividade.

Foi possível analisar por das seguintes atividades:

- Verificar por meio das respostas dos alunos a compreensão dos conceitos abordados no início da atividade, como: reatividade dos metais, as reações de oxirredução, íons, átomos e ligações químicas.
- Verificar por meio das respostas dos alunos, se houve a compreensão e a construção dos conceitos expostos na última atividade, como: reação de oxidação, reação de redução, agente oxidante, agente redutor, equação global da reação e potencial de eletrodo padrão.

A autora conclui que:

- ✓ Diante de tais atividades, a autora colocou que as mesmas incentivaram uma participação mais efetiva por parte dos alunos, suscitando a troca de informações e contribuindo no processo de aprendizagem;
- ✓ Pode-se verificar também por parte dos alunos que os mesmos apresentaram dificuldades em conteúdos considerados básicos com intuito de melhorar essa atividades, a autora propôs pensar em uma nova estratégia para melhorar o ensino quando o mesmo envolvesse conceitos de metal e de íon, balanceamento de equações, reações química conteúdo íons, número de oxidação e propriedades periódicas;
- ✓ O recebimento das respostas de forma individual se mostrou menos eficiente do que em grupo, visto que neste, além de apresentar maior acerto dos itens questionados, ocorreu uma maior interação e discussão dos temas possibilitando maior interação aluno-aluno numa perspectiva de aprendizagem colaborativa.

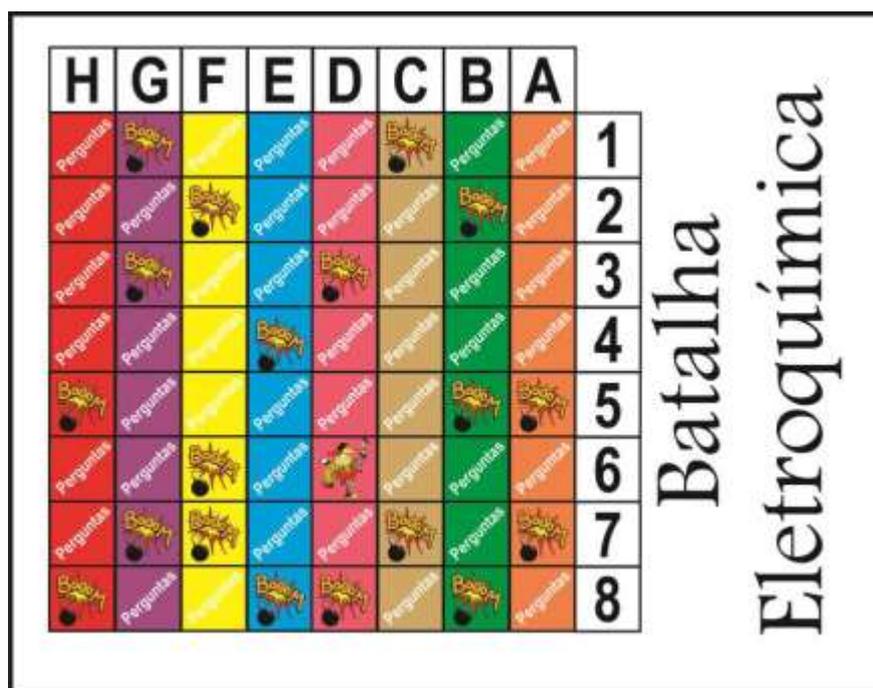
Uma aprendizagem que incentive e contemple as recomendações supracitadas poderá ocorrer à medida que os docentes se distanciarem do ensino tradicional, ou seja, se tornarem mais atualizadas em termos de docência e ensino. A educação é entendida como instrução, caracterizada como transmissão de conhecimentos e restrita a ação da escola (VIEIRA, et al 2017).

Fragal et al (2011) afirma que uma aprendizagem que se mantem distante das práticas tradicionais ocorram é necessário que se preze por um distanciamento das práticas

tradicionais. Soares (2008), coloca que é fundamental que os profissionais façam uma busca em novos recursos didáticos que possam valorizar as ideias preconcebidas dos estudantes e considere o ser discente. Diante disto, vários autores defendem o uso de atividades lúdicas como uma ferramenta para auxiliar no processo de ensino aprendizagem.

Com isso, Vieira et al (2017) propôs uma abordagem de intervenção com um jogo didático intitulado de Batalha Eletroquímica, Figura 7.

Figura 7: Jogo didático intitulado de Batalha Eletroquímica.



Vieira et al., 2017.

Por meio de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa tendo como campo uma escola pública no estado do Pernambuco por meio de questionários, foram analisados os seguintes aspectos:

De acordo com Rocha (2011), a **antecipação** de acontecimentos é o momento em que se deve pensar e antecipar por parte dos alunos seus conhecimentos prévios. Em seguida, realiza-se o **investimento** que quando se introduz todos os saberes preparando o aluno para tal momento. Porém, o autor afirma que o **encontro** com o acontecimento é momento para qual os alunos são preparados. Após todo este processo, tem-se o momento da **confirmação ou descofirmação** da hipótese levantada, sendo levado em conta grandes decisões tendo uma validação por parte do aluno ou não. Para a etapa final do ciclo de análise, tem-se o momento de **revisão construtiva**, onde os conhecimentos dos estudantes são sedimentados.

Com base em tais aspectos, Vieira et al., 2017, conclui que:

- ✓ A utilização de jogos didáticos é de grande importância no processo de ensino aprendizagem, ou seja, os autores conseguiram validar o objetivo mencionado no início, uma vez que, tais abordagens desenvolveu habilidades e competências nos discentes fazendo com que eles excitassem suas criatividade;
- ✓ Diante dos resultados colocados, é possível observar que a vivência com os jogos didáticos engajou os estudantes não só na prática, mas principalmente no intelectual, onde, durante a atividades obteve-se a participação ativa de cada discente.
- ✓ Abordar os jogos didáticos como uma metodologia em sala de aula é uma maneira divertida e ao mesmo tempo instrutiva assim conclui os autores.

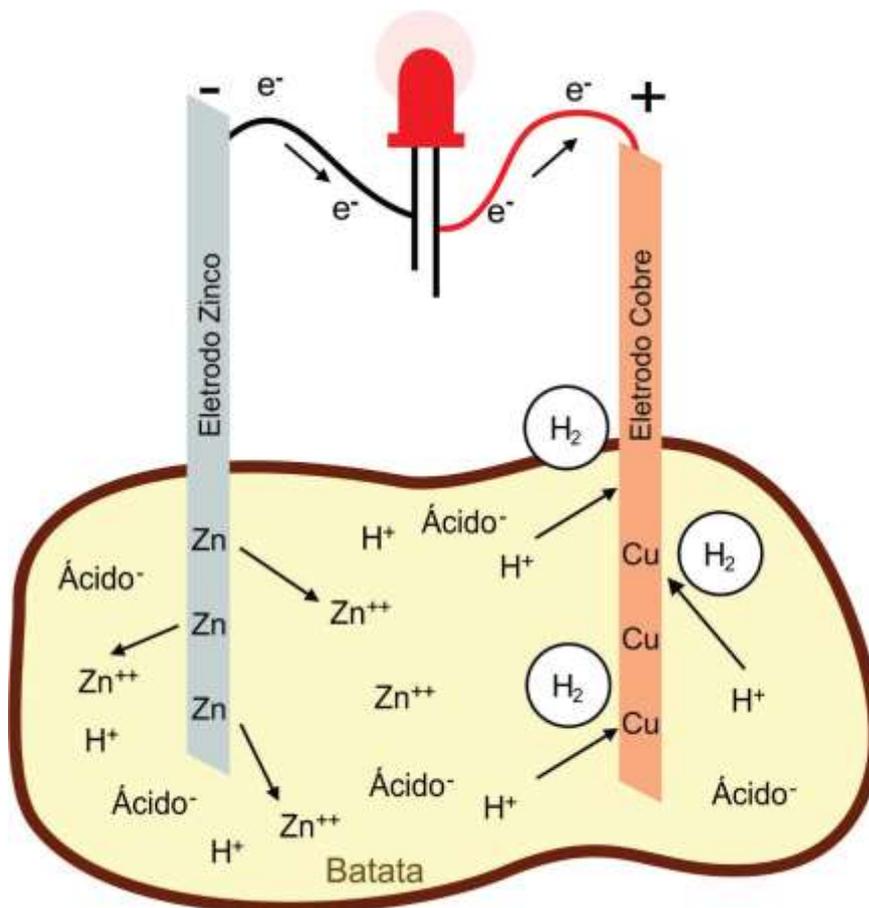
Diariamente pode-se perceber a propagação e uso de aparelhos eletrônicos de diversas formas e que nestes dispositivos são utilizados pilhas ou baterias. Onde, as primeiras fornecem energia através de dois eletrodos e um eletrólito ocorrendo reações de oxirredução espontâneas que geram corrente elétrica que são chamadas de células galvânicas, as segundas são as baterias que são um conjunto de pilhas voltaicas (BROWN et. al, 2005)

Os conteúdos envolvendo Eletroquímica são mencionados com frequência por docentes e estudantes como sendo um assunto que representa grande dificuldade no processo de ensino e aprendizagem. Onde, os estudantes acabam confundindo elementos presentes nas pilhas como cátodo, ânodo, eletrodo positivo e eletrodo negativo devido a tamanha aparência entre eles. Então, com base nessas dificuldades e pela relevância desta ciência, torna-se necessário buscar métodos alternativos para que facilite o ensino e a compreensão do conteúdo de eletroquímica (OGULE e BRADLEY, et. al., 1996; SANJUAN, et. al., 2009; CAMEL e PACCA, 2011; SILVA et al., 2016; SANTOS et al., 2018). O uso de experiências de investigação nas aulas de Química faz com que se tenha oportunidades de maior entendimento do conteúdo de eletroquímica, tornando a ação do discente mais ativa. Alguns artigos mostram experimentações de investigações que podem ser aplicadas em sala de aula.

De acordo com Santos et al.,201 8, uma experimentação investigativa quando é aplicada sobre pilhas biodegradáveis (pilhas feitas de frutas e verduras) torna-se uma metodologia possível de ser desenvolvida, onde, os alunos são dotados de concepções alternativas. Diante do fato mencionado, o trabalho de Santos et al., 2018, tem por objetivo

expor uma metodologia de experimentação e investigação da construção de pilhas caseiras a partir do uso de limões e batata inglesa (Figura 8), sendo pautada na formação de um aluno atividade colaborativo e interativo agindo tanto de forma *offline* quanto *online*.

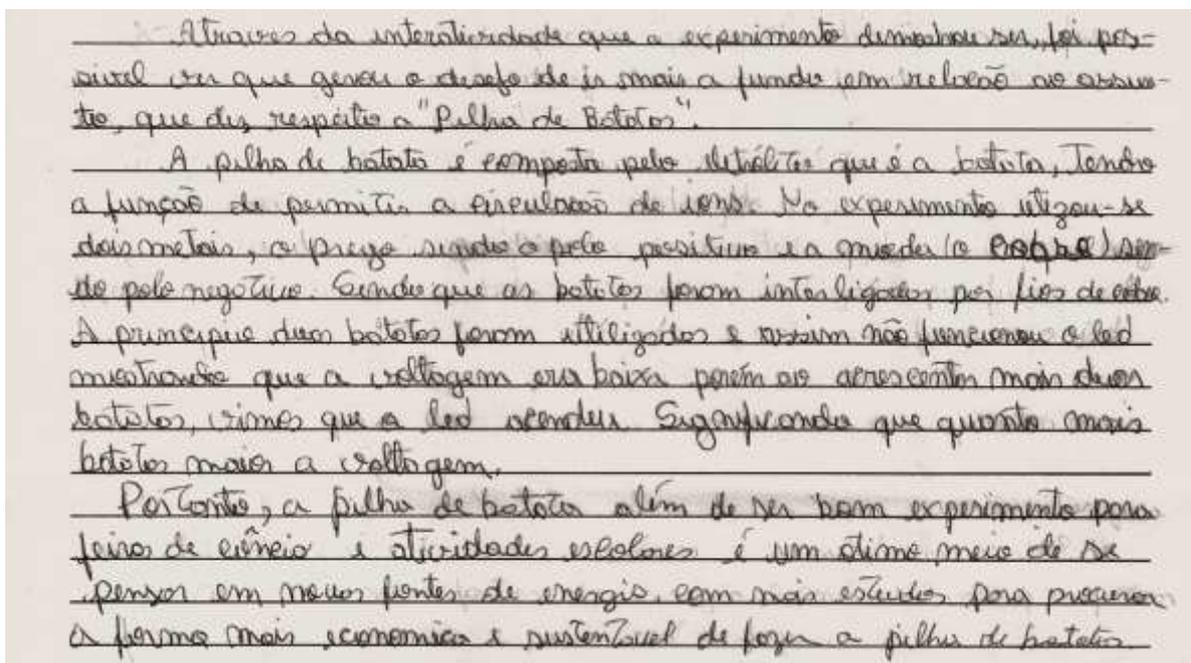
Figura 8: Esquema da pilha de batata de Zn/Cu.



Fonte: Sciencebuddies.org

A intervenção didática foi aplicada ao 3º Ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado de Química, no Instituto Federal de Sergipe (IFS), numa turma composta por 22 alunos, situada na faixa etária entre 16 e 18 anos. A pesquisa foi em etapas, sendo uma análise investigativa elaborada por meio de um diagnóstico da sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos. Outra etapa foi o processo formativo, por aplicação da temática adotada. Como pode ser observado na figura abaixo, a produção textual desenvolvida por um dos alunos sobre a aula experimental adotada, Figura 9.

Figura 9: Produção textual desenvolvida por um dos alunos.



Fonte: Santos et al., 2018.

De acordo com Azevedo (2006) e Santos et. al, (2018), para que uma atividade seja considerada de investigação é necessário que se deva levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas a manipulações de objetos e observações de fenômenos. Onde, a experimentação investigativa quando associada a tecnologias configura-se como método útil para que os alunos reflitam sobre suas concepções em uma característica ativa, colaborativa e interativa.

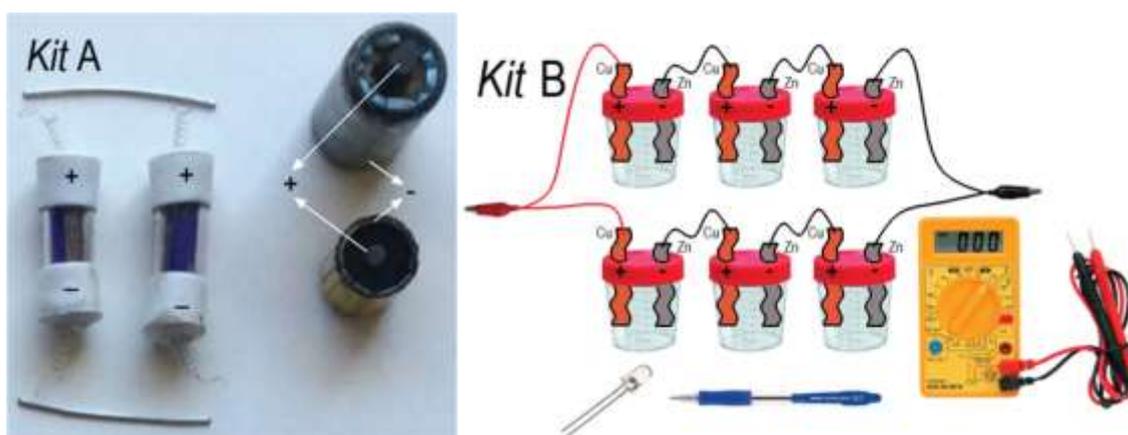
Com isso, os autores conclui afirmando que:

- ✓ Os resultados comprovaram que os educandos sendo desafiados, se sentem motivados a buscarem respostas nas mídias;
- ✓ Por outro lado, é o comprimento do professor em ser um mediador na aprendizagem que irá mostrar caminhos que irão transformar informações na era digital;
- ✓ Os alunos ao realizar a experimentação investigativa de baterias biodegradáveis de Zn/Cu, com aspectos colaborativos e de hiper-interatividade desenvolvendo habilidades e competências para a compreensão de conceitos envolvidos na Eletroquímica;

- ✓ Os alunos desenvolveram também uma característica de estudantes ativos, colaborativos e interativos. As inter-relações entre estas características formam um efeito sinérgico que potencializa a aprendizagem do alunado concluiu os autores.

A eletroquímica é um assunto considerado de difícil compreensão para a maioria dos alunos e professores do Ensino Médio afirma Diniz et al., 2020. Com base nessa informação, Diniz et al., 2020 apresentou o desenvolvimento de um material didático, *kits* experimentais de eletroquímica, onde esses *kits* utilizam associações em série e em paralelo de pilhas comerciais e células galvânicas feitas de material de acesso fácil podendo ser utilizado tanto no ensino básico, técnico ou tecnológico -EBTT, Figura 10. Os autores se motivaram a fazer tal projeto a partir de uma questão de eletroquímica, que compôs a prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2017).

Figura 10: Esquema mostrando a configuração final dos *kits* A e B.



Fonte: Diniz et al., 2020.

As pilhas comerciais que são mostradas na Figura 10 (kit A) representando a compreensão do funcionamento das pilhas comerciais, sendo utilizadas para fazer a associação em série ou paralelo, com os potenciais de células corretos e demonstrando que a única possibilidade para compreender o *led* ocorre somente com associação em série.

Porém, as células galvânicas alternativas de Cu/Zn, apresentada no kit B, que são as células confeccionadas de material alternativo, que proporcionam verificações similares as que foram obtidas utilizando as pilhas comerciais, logo, o *led* só irá funcionar com dois conjuntos de três células galvânicas de Cu/Zn em série, sendo associados em paralelo (DINIZ, et. al., 2020).

Com isso, os autores concluem o projeto da seguinte forma:

- ✓ Considerou-se os kits experimentais de eletroquímica úteis para explicação dos conceitos de eletroquímica (células galvânicas) necessário a resolução da questão do ENEM 2017, principalmente porque a questão fala sobre pilhas comerciais e células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso, com uma abordagem maior nas associações em série e em paralelo mostradas nos valores dos potenciais.
- ✓ Considerou-se os kits experimentais de eletroquímica como um canal que facilitou o processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados com células galvânicas, possibilitando a elucidação do funcionamento de pilhas comerciais e a comparação com células de Cu/Zn confeccionadas com material alternativo;
- ✓ As medidas do potencial de célula são importantes na compreensão da origem dos potenciais e correntes decorrentes das associações em série e/ou em paralelo, afirma os autores.

CONCLUSÃO

Com bases nos projetos de Kathynne (2016), Vieira et al., 2017, Santos et al., 2018 e Diniz et al., 2020, conclui-se que:

- A utilização de jogos didáticos é de grande importância no processo de ensino aprendizagem;
- O Ensino de química, especificamente o ensino de eletroquímica necessita de uma explanação experimental para tornar mais compreensível o conteúdo por parte dos alunos, especialmente alunos de rede pública de ensino, onde, muitas vezes não veem na íntegra como deveria ser visto;
- Aulas experimentais é de suma importância para a compreensão do assunto não no conteúdo de eletroquímica, mas nos conteúdos de química de uma forma geral, uma vez que os mesmos não só facilitam o processo de aprendizagem, mas também motiva os discentes na disciplina;
- Os alunos desenvolveram também uma característica de estudantes ativos, colaborativos e interativos;
- Que um conjunto de ideias, sejam aulas teóricas e experimentais bem elaboradas serão de grande êxito no ensino e na aprendizagem.

REFERENCIAS

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.11, p. 3-9, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROWN, T.; LEMAY, H. E. e BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9ª ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.

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.

CARVALHO, L. M.; CALDAS, M. J. A.; FACCIN, H. Os estudos sobre química e eletricidade no Renascimento: seus protagonistas, suas obras e influências. *Lusíada. História*, v. 2, n. 9/10, p.39-62, 2013.

DINIZ, B. P.; ALVES, A. S. A; LEMES, L. C.; DA SILVA, L. A.; ALVES, V A. Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, Vol. 42, Nº 1, p. 77-87, fevereiro 2020. São Paulo-SP, BR.

FRAGAL, V. H. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, p.217, 2011.

FERRI, K. C. F. Uma sequência didática para o ensino de eletroquímica nos cursos técnicos em eletrotécnica e edificações no ifg câmpus jataí. Dissertação de Mestrado, 81 f.; il. Programa de Pós Graduação para Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2016.

GALIZA, A.; GONÇALVES, D.; ALMEIDA, I.; CARVALHO, M.; PEREIRA, T. **Pilhas e baterias: estudo da capacidade disponível para pilhas recarregáveis**. 2014. 23 f. (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

MEC - Ministério da Educação, 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional Anísio Teixeira - INEP. Exame Nacional do Ensino Médio. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Prova de Matemática e suas Tecnologias. 2017. Disponível em <http://download>.

OGUDE, N. A. e BRADLEY J. D. Electrode processes and aspects relating to cell EMF, current, and cell components in operating electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, v. 73, p. 1145-1149, 1996.

ROCHA, L.G.; TENÓRIO, A. C., FERREIRA, H. S.; BASTOS, H. F. B. N. O Ciclo da Experiência Kellyana como novo processo metodológico para o ensino das relações entre força e movimento retilíneo uniforme. 2011. p. 7-8. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4054>, acesso em 18 de agosto de 2020.

SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A. e WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, n. 31, p. 190-197, 2009.

SANTOS, T. N. P., BATISTA, C. H., OLIVEIRA, A. P. C., CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. Vol. 40, Nº 4, p. 258-266, novembro 2018. *Quím. nova esc.* – São Paulo-SP, BR.

SILVA, B. O.; CAMARA, S. C.; AFONSO, J.C.; NEUMANN, R.; ALCOVER NETO, A. Série Histórica da Composição de Pilhas Alcalinas e Zinco-Carbono Fabricadas entre 1991 e 2009. *Química Nova* (Impresso), v. 34, p. 812-818, 2011.

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.

VIEIRA, W. E. S.; OLIVEIRA, B. C. M.; NASCIMENTO, A. M. S.; VIANA, K. S. L. Batalha eletroquímica: um recurso didático para o ensino de química. Instituto Federal do Pernambuco. Anais, IV Congresso Nacional de Educação – CONEDU, 2017.