

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

SIBELI ALVES MELLO

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA**

Dom Pedrito

2023

SIBELI ALVES MELLO

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Ciências da Natureza.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Silvana Aranda Moraes

Dom Pedrito

2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

M5271 Mello, Sibeli Alves

Levantamento bibliográfico sobre atividades
experimentais para o ensino de eletroquímica / Sibeli
Alves Mello.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, CIÊNCIAS DA NATUREZA,
2023.

"Orientação: Maria Silvana Aranda Moraes".

1. Atividades experimentais. 2. Eletroquímica. 3.
Ensino médio.

SIBELI ALVES MELLO

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Ciências da Natureza.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Maria Silvana Aranda Moraes
Orientadora
UNIPAMPA - *Campus* Dom Pedrito

Profa. Dra. Aline Neutzling Brum
UNIPAMPA - *Campus* Dom Pedrito

Profa. Dra. Franciele Braz de Oliveira Coelho
UNIPAMPA - *Campus* Dom Pedrito

Dedico este trabalho a minha família, que sempre acreditou no meu potencial e contribuiu com essa conquista.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Agradeço ao meu esposo, Hugo por compreender as minhas ausências, os esforços em me ajudar e pelo companheirismo ao longo desse ciclo de estudos.

Agradeço aos meus pais, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradeço a todos os professores que me influenciaram na minha trajetória.

Agradeço à minha orientadora, professora Maria Silvana Aranda Moraes, por aceitar esse desafio, e por toda paciência, contribuição e orientação neste trabalho.

Agradeço aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

“Educar é realizar a mais bela e complexa arte da inteligência. Educar é acreditar na vida e ter esperança no futuro”.

Augusto Cury

RESUMO

Pesquisas demonstram que atividades experimentais, realizadas em conjunto com a teoria, propiciam uma aprendizagem mais efetiva, bem como estimulam o aluno a realizar tarefas, a ser mais ativo e autônomo durante as atividades em sala de aula. Esse trabalho apresenta uma abordagem qualitativa, com caráter exploratório e bibliográfico, que é o levantamento ou revisão de obras publicadas. A partir desta perspectiva o objetivo geral deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico, na revista Química Nova na Escola, sobre atividades experimentais que vêm sendo utilizadas para ensinar eletroquímica e organizar uma lista com as mais adequadas para o ensino médio. Para isso, foram propostos como objetivos específicos, a coleta de dados sobre atividades experimentais encontradas nos trabalhos utilizados no ensino de eletroquímica, seleção dos experimentos mais adequados para utilizar no ensino médio e organização dos experimentos selecionados na forma de material didático que possa ser utilizado por professores da rede básica de ensino. Como resultado deste projeto, encontrou-se uma série de trabalhos que apresentaram experimentos realizados no ensino de eletroquímica, e que podem ser empregados na forma de material didático, como ferramenta para abordagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. Após a análise dos artigos encontrados no levantamento, foram selecionados oito, devido a simplicidade dos experimentos e emprego de materiais alternativos e de baixo custo, para uma abordagem do conteúdo de eletroquímica na rede básica de ensino. Desse modo, propôs-se a criação de uma cartilha com as oito atividades experimentais para o ensino de eletroquímica. Com essa perspectiva de trabalho acredita-se ter contribuído com um ensino de Química mais atraente e dinâmico. Além disso, o produto educacional, elaborado neste trabalho poderá ser útil para professores de química que tenham interesse em realizar atividades experimentais simples em suas aulas.

Palavras-chave: Química. Experimentos oxi-redução. Ensino médio.

ABSTRACT

Research shows that experimental activities, carried out in conjunction with theory, provide more effective learning, as well as stimulate the student to perform tasks, to be more active and autonomous during classroom activities. This work presents a qualitative approach, with an exploratory and bibliographic character, which is the survey or review of published works. From this perspective, the general objective of this work was to carry out a bibliographic survey, in the journal *Química Nova na Escola*, about experimental activities that have been used to teach electrochemistry and to organize a list with the most appropriate ones for high school. As a result of this project, a series of works were found that presented experiments carried out in the teaching of electrochemistry, and that can be used in the form of didactic material as a tool to approach the content of electrochemistry in high school. In this work, it was proposed the creation of a booklet with experimental activities for the teaching of electrochemistry. With this work perspective, it is believed to have contributed to a more attractive and dynamic teaching of Chemistry. In addition, the educational product elaborated in this work can be used by Chemistry teachers who are interested in using experimental activities in their classes.

Keywords: Experimental activities. Electrochemistry. High school.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Imagem com o descritor “Experimentos eletroquímica” utilizado na busca por artigos na Revista Química Nova na Escola. | 18 |
| Figura 2 - Imagem com o descritor “Atividades experimentais no ensino de eletroquímica” utilizado na busca por artigos na Revista Química Nova na Escola. . | 19 |
| Figura 3 - Cartilha sendo construída. | 29 |
| Figura 4 - Cartilha pronta (frente). | 30 |
| Figura 5 - Cartilha pronta (verso). | 30 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Artigos encontrados na Revista Química Nova na Escola que apresentam experimentos para o Ensino de Eletroquímica. | 20 |
| Quadro 2 - Artigos selecionados para elaboração da Cartilha. | 27 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ddp - diferença de potencial

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

NaCl - cloreto de sódio

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

pH - potencial hidrogeniônico

S²⁻ - sulfeto

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1 | Ensino de Química | 14 |
| 2.2 | Eletroquímica no Ensino Médio | 15 |
| 2.3 | Atividades Experimentais para ensinar Eletroquímica | 16 |
| 3 | METODOLGIA | 18 |
| 3.1 | Caracterização da pesquisa | 18 |
| 3.2 | Coleta de dados..... | 18 |
| 3.3 | Análise de dados..... | 19 |
| 4 | APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 20 |
| 4.1 | Produto educacional..... | 28 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 31 |
| | REFERÊNCIAS..... | 32 |

1 INTRODUÇÃO

O papel da escola é preparar o aluno para as diversas situações, porém cada vez mais vem se buscando novos métodos de aprendizagem, para despertar o interesse dos estudantes em aprender. O estudo de química é sempre um desafio, pois a maioria dos alunos considera uma matéria difícil, onde eles têm dificuldades em entender os conteúdos e acabam memorizando as informações, o que na maioria das vezes gera desinteresse pelo conteúdo. Para tanto, faz-se necessário a utilização de novas metodologias de ensino. Atividades experimentais proporcionam aos alunos um ambiente onde eles ficam diante de desafios, e permitem que eles construam o conhecimento científico.

Se professores incentivarem os alunos à percepção de conflitos cognitivos, as atividades experimentais podem assumir um caráter construtivista, fazendo com que os alunos confrontem e reconstruam suas ideias relacionadas ao problema (Baratieri *et al.*, 2008). Os professores podem cometer equívocos ao considerar que atividades experimentais exigem a manipulação de aparelhagens sofisticadas, uso de reagentes de alto custo e, que requer uma sequência padronizada de procedimentos (Baratieri *et al.*, 2008).

Pesquisas realizadas na área de ensino e educação, mostram grande dificuldade que os alunos enfrentam na disciplina de química, pois seus conteúdos são difíceis de serem compreendidos (Lima, 2012). O ensino de Química deve ser problematizador e desafiador, para poder tornar-se efetivo. O conhecimento químico precisa ser apresentado ao aluno de uma forma que o possibilite interagir com o seu ambiente. O ensino de Química tem que mudar, não pode ser só de questionamentos e respostas (Lima, 2012). No mesmo sentido (Oliveira *et al.*, 2008) afirmam que é preciso construir ferramentas entre o conhecimento ensinado e o mundo em que vivem os alunos, pois esse é um dos grandes desafios do ensino de Química.

Os processos químicos são de grande importância na nossa vida, como exemplo, podemos citar os materiais usados na fabricação de móveis, eletrodomésticos, etc. O desenvolvimento das ciências permite que o homem controle e obtenha certas transformações, para ter materiais novos (Veiga, 2000).

Entre as principais características, os métodos inovadores de ensino-aprendizagem mostram claramente o movimento de migração do “ensinar” para o “aprender”, o desvio do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado (Souza; Iglesias; Pazin-Filho, 2014, p. 285).

Galiazzi e Gonçalves (2004) apontam que a experimentação é uma estratégia que pode facilitar a criação de problemas reais que permitem a contextualização, e podem ser utilizadas por professores para despertar interesse, curiosidade, e a compreensão do conhecimento entre teoria e prática.

A partir desta perspectiva o **objetivo geral** deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico, na revista Química Nova na Escola, sobre atividades experimentais que vêm sendo utilizadas para ensinar eletroquímica e organizar uma lista com as mais adequadas para ensino médio. Para isso, foram propostos **como objetivos específicos**: a coleta de dados sobre atividades experimentais encontradas nos trabalhos utilizados no ensino de eletroquímica, seleção dos experimentos mais adequados para utilizar no ensino médio e organização dos experimentos selecionados na forma de material didático que possa ser utilizado por professores da rede básica de ensino.

Com essa perspectiva de trabalho procurou-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: de que forma a realização de atividades experimentais podem contribuir para o ensino de conceitos de eletroquímica?

Neste sentido, esta pesquisa está organizada no formato de capítulos, sendo o primeiro a introdução. No capítulo 2, conceitos gerais e revisão de literatura, apresentou-se um aporte sobre ensino de química, eletroquímica no ensino médio e atividades experimentais para ensinar eletroquímica no ensino médio.

No capítulo 3, metodologia, descrevem-se as opções utilizadas para realização da revisão bibliográfica e para a análise dos resultados obtidos, além dos aspectos referentes ao produto educacional proposto. No capítulo 4, apresentação da pesquisa e análise dos resultados, destacam-se os principais resultados deste levantamento a partir da revisão da literatura e a elaboração do produto educacional, que é uma cartilha com atividades experimentais para o ensino de eletroquímica com materiais alternativos. Por fim, nas considerações finais, capítulo 5, retomou-se a pergunta de pesquisa, tentando respondê-la e mostrando as contribuições deste trabalho para o Ensino de Química.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ensino de Química

No ensino médio, espera-se que a química seja valorizada. O ideal é que os professores procurem novas abordagens para conceituar química, e não repitam a tradicional que tem nos livros didáticos (Brasil, 2002).

Segundo o que foi estabelecido nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (Brasil, 2002):

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (Brasil, 2002, p. 87).

São poucas as escolas de ensino médio que preparam aulas de química destacando a parte prática, apesar de ser uma ciência essencialmente experimental. O ensino médio no Brasil, possui um baixo rendimento na disciplina de química. Dentre os principais motivos estão a falta de materiais nas escolas, professores sem preparo profissional, e salários baixos (Evangelista, 2007).

De acordo com os Parâmetros Curriculares do Ensino de Química em (Brasil, 2013), às atividades experimentais na maioria das vezes estão ausentes das aulas de química, e quando presentes servem apenas para ilustrar os conteúdos. O ensino de química normalmente é elaborado de forma muito científica, como mostram pesquisas, e isso faz com que os estudantes precisem decorar os conceitos, fórmulas, e isso leva ao desinteresse do aluno pela disciplina e dificuldades no aprendizado (Santos *et al.*, 2013).

A química tem como princípio básico interpretar e descrever as transformações químicas da matéria. Para alguns professores memorizar é insuficiente para a educação. Aprender química deve ser algo que contribua para o desenvolvimento e aprendizagem do estudante (Maldaner, 2006). O mesmo autor diz ainda que recursos alternativos poderiam auxiliar nas aulas para que o aluno fosse capaz de obter uma melhor assimilação do conteúdo, pois um dos grandes problemas enfrentados é a falta de interesse da disciplina, que podem ser

explicados pela falta de uso de recursos didáticos em muitas escolas do país. Muitos autores têm discutido e apontado inúmeros fatores que impedem a melhoria do ensino de química no Brasil.

De acordo com Fonseca (2001), a química não é um objeto, mas uma ciência que pode trazer benefícios ou prejuízos aos seres vivos e ao meio ambiente, dependendo da concepção com que seus conceitos são utilizados e afirma:

A ciência é uma construção completamente humana, movida pela fé de que, se sonharmos, insistirmos em descobrir, explicarmos e sonharmos de novo, o mundo de algum modo se tornará mais claro e toda a estranheza do universo se mostrará interligada e com sentido (Fonseca, 2001, n. p.).

No ponto de vista de Evangelista (2007), o processo de ensino são os mesmos dos processos da pesquisa, determinação do problema, levantamento de dados, formulação de hipótese, experimentação envolvendo alunos e professores. Fazer os estudantes reconhecerem o valor da ciência na busca por conhecimento é um dos objetivos da disciplina de química. Contextualizar e inserir a interdisciplinaridade nas aulas de química propicia um desenvolvimento cognitivo do aluno, contribuindo para um aprendizado significativo e despertando um educando mais ativo e crítico (Sartori *et al.*, 2013).

2.2 Eletroquímica no Ensino Médio

A eletroquímica é um ramo da química considerado de difícil compreensão pelos estudantes. Utilizar novos recursos como jogos, vídeos e atividades experimentais pode ajudar no processo de ensino aprendizagem, porém elas devem ser planejadas para que o estudante possa assimilar os conceitos de maneira mais compreensível (Moreira; Candau, 2008).

É possível apresentar a eletroquímica aos alunos por meio de suas aplicações, explicitando os fenômenos numa abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes (Barreto; Batista; Cruz, 2017). Pode-se perceber que o uso de eletrônicos como rádios, relógios, telefones sem fios, entre outros, onde seu funcionamento está relacionado à energia gerada por pilhas e baterias, são processos eletroquímicos. A eletroquímica permite uma contextualização atual com diferentes aplicações tecnológicas. (Santos *et al.*; 2018).

Conforme Zanoni *et al.* (2017):

A Eletroquímica se caracteriza pela natureza universal e multidisciplinar e desempenha papel importante no desenvolvimento da ciência, com reflexos no crescimento econômico e melhoramento da qualidade de vida. Pode ser definida de modo mais abrangente como o ramo da Química que lida com reações químicas que envolvem corrente elétrica e potencial. Algumas reações químicas que ocorrem espontaneamente podem gerar corrente elétrica, que pode ser usada para fazer trabalho útil; enquanto outras reações químicas podem ser forçadas a prosseguir usando corrente elétrica (Zanoni *et al.*, 2017, p. 663).

A eletroquímica é a área da química que estuda os fenômenos carregados eletricamente, e, é considerada pelos alunos uma disciplina de difícil compreensão na sua parte conceitual (Sanjuan *et al.*, 2009).

Na química, o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de reações químicas, em especial as reações de oxirredução, são bastante complexas, a maioria dos professores encontram dificuldades. Para o aluno compreender fenômenos dessa natureza é necessário que ele entenda uma série de outros conceitos, como átomos, elétrons, íons, cátions, ânions, dentre outros. E todos esses conceitos exigem a construção de modelos mentais (Wharta; Rezende, 2011).

2.3 Atividades Experimentais para ensinar Eletroquímica

Profissionais de ensino afirmam que faltam nas escolas equipamentos e laboratórios que permitam a realização de aulas experimentais, e isso gera um desinteresse muito grande por parte dos alunos no ensino de química. A química no ensino médio deve permitir explicar comportamentos de sistemas materiais, tanto na teoria, como na prática em atividades laboratoriais (Queiroz; Almeida, 2004).

As atividades experimentais devem ser estimuladas pelos professores, fazendo com que os estudantes explorem e elaborem suas ideias para desenvolver sua capacidade intelectual e mental (Fonseca, 2001). A experimentação é uma ferramenta indispensável para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de química, facilita a compreensão de conceitos químicos e a aquisição de habilidades práticas (Silveira *et al.*, 2021). De acordo com Fragal *et al.* (2011) embasados em Paraná (2006) e Guimarães (2009):

Sabe-se que a experimentação ainda é pouco contemplada nas aulas de química do ensino médio e, quando utilizada, os professores, em geral, inserem-na em sua prática de uma maneira reducionista, com o intuito de comprovar ou ilustrar a teoria. Dentro dessa perspectiva, os alunos apenas reproduzem os roteiros, ficando com a ideia de que a ciência é verdadeira e inquestionável. No entanto, o uso da experimentação no ensino não deve ter essa conotação, pois nesse processo, o aluno se torna sujeito passivo na sua aprendizagem e o conhecimento não é construído (Fragal *et al.*, 2011, p. 217).

Quando bem estruturada, a experimentação é uma ótima atividade prática, porque motiva os alunos a compreender e elaborar hipóteses, que são imprescindíveis na docência de química (Francisco Júnior, 2006). Muitas pesquisas mostram que há possibilidades de fazer aulas experimentais sem ter um laboratório físico e com materiais de baixo custo. De acordo com Soares (2004):

É importante que se sugira novos experimentos para serem aplicados em salas de aula, como forma de diversificar a atuação docente, mas deve-se lembrar de que quando se sugere experimentos de baixo custo, de fácil e rápida execução, que servem para auxiliar e ajudar o professor que não conta com material didático, não podemos esquecer que o nosso papel é cobrar das autoridades competentes, laboratórios e instalações adequadas bem como materiais didáticos, livros, entre outros, para que se tenha o mínimo necessário para que se desenvolva a prática docente de qualidade (Soares, 2004, p. 12).

3 METODOLGIA

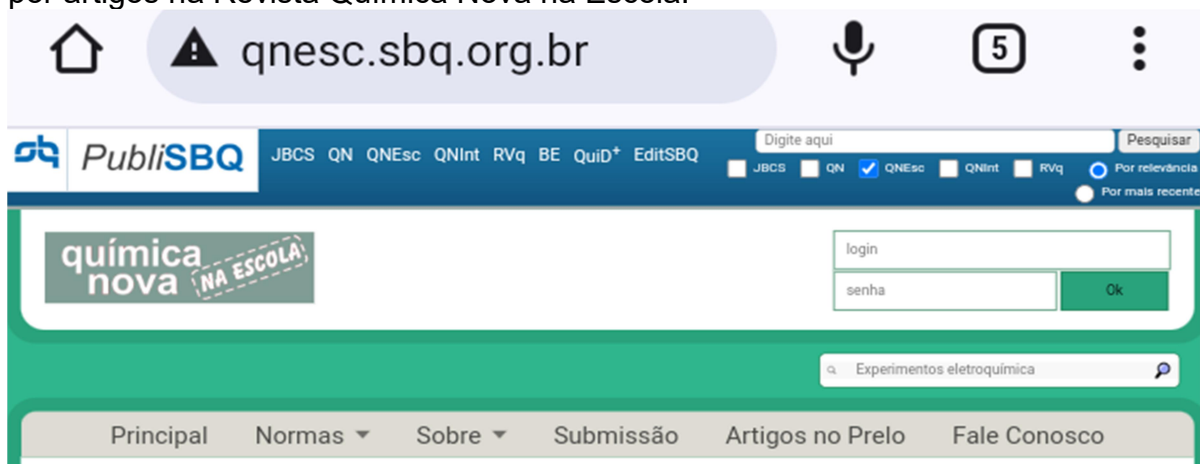
3.1 Caracterização da pesquisa

Esse trabalho apresenta uma abordagem qualitativa, que exige um estudo amplo do objeto de pesquisa, considerando o contexto em que ele está inserido. O trabalho também pode ser caracterizado como exploratório, que busca proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, e também possui caráter bibliográfico, que é o levantamento ou revisão de obras publicadas. Gil (2002, p. 60) diz que “[...] qualquer tentativa de apresentar um modelo para o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deverá ser entendida como arbitrária”.

3.2 Coleta de dados

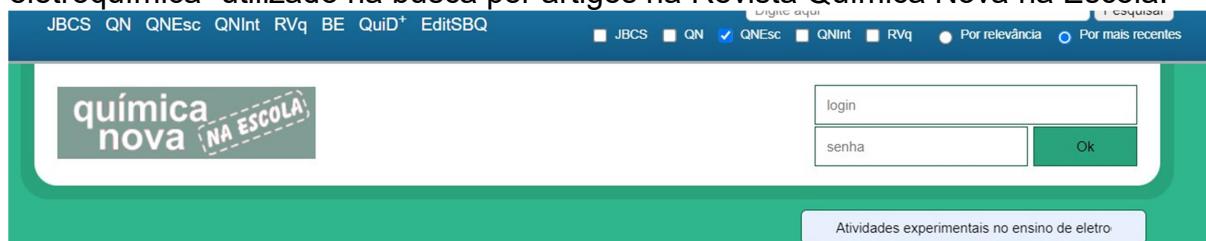
Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma busca por artigos que descrevem atividades experimentais para ensinar eletroquímica. Este levantamento ocorreu na revista Química Nova na Escola, utilizando os seguintes descritores: “Atividades experimentais no ensino de eletroquímica”; “Experimentos Eletroquímica”, conforme exemplificado nas Figuras 1 e 2. Na sequência, foram analisados nos artigos: o título, o resumo e as palavras-chave, assim como os materiais e reagentes e, os experimentos realizados com objetivo de ensinar eletroquímica.

Figura 1 - Imagem com o descritor “Experimentos eletroquímica” utilizado na busca por artigos na Revista Química Nova na Escola.



Fonte: Autora (2023).

Figura 2 - Imagem com o descritor “Atividades experimentais no ensino de eletroquímica” utilizado na busca por artigos na Revista Química Nova na Escola.



Fonte: Autora (2023).

3.3 Análise de dados

Foi feita uma tabela com todos os artigos que trazem atividades experimentais para ensinar eletroquímica. Na sequência, foram escolhidos artigos para utilização no ensino médio de acordo com materiais e reagentes utilizados (de materiais alternativos e baixo custo) e forma de abordagem do conteúdo através do experimento. Com essa lista montamos um material didático para utilizar como ferramenta de ensino em nível médio na rede básica. O material didático consistiu em uma cartilha com atividades experimentais para o ensino de eletroquímica no ensino médio.

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A busca foi realizada na Revista Química Nova na Escola utilizando os descritores “Atividades experimentais no ensino de eletroquímica”; “Experimentos Eletroquímica” no período de 20 anos. O objetivo foi investigar o uso das atividades experimentais no ensino de eletroquímica, com materiais de baixo custo e alternativos. No Quadro 1 foram apresentados os 15 artigos encontrados e analisados nesta revisão bibliográfica.

Quadro 1 – Artigos encontrados na Revista Química Nova na Escola que apresentam experimentos para o Ensino de Eletroquímica.

(continua)

| ID | Título do artigo | Autoria | Ano |
|----|--|---|------|
| 1 | Ensino de eletroquímica no ensino médio por meio de uma atividade experimental com abordagem de equilíbrios simultâneos de oxidorredução e de complexação. | SILVEIRA, Nathália J.; SOUSA, Jaqueline F.; TEIXEIRA, Júnia F.; SILVA, Luís Antônio; ALVES, Valéria A. | 2023 |
| 2 | A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos três momentos pedagógicos. | ZIMMER, Cínthia G. | 2022 |
| 3 | Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. | ANDRADE, Letícia V.; ZIMMER, Cinthia G. | 2021 |
| 4 | Experimentação no ensino de células galvânicas para o ensino médio. | DINIZ, Bruno P.; ALVES, Alice S.; LEMES, Leandro C.; SILVA, Luís Antônio; ALVES, Valéria A. | 2020 |
| 5 | Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. | SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato César da; ALMEIDA, Mayara Gabriela O.; AQUINO, Kátia Aparecida S. | 2016 |
| 6 | Limpendo moedas de cobre: um laboratório químico na cozinha de casa. | FARIA, Dalva L. A.; BERNARDINO, Nathália D.; SETUBAL, Sandra R. M.; NOVAIS, Vera; CONSTANTINO, Vera R. L. | 2016 |
| 7 | A gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar. | MATOS, Larissa Aparecida C.; TAKATA, Neide Hiroko; BRANCZEK, Everson Prado. | 2013 |
| 8 | Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. | SARTORI, Elen R.; SANTOS, Vagner B. dos; TRENCH, Aline B.; FATIBELLO-FILHI, Orlando. | 2013 |

Quadro 1 – Artigos encontrados na Revista Química Nova na Escola que apresentam experimentos para o Ensino de Eletroquímica.

(conclusão)

| ID | Título do artigo | Autoria | Ano |
|----|--|---|------|
| 9 | Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. | FRAGAL, Vanessa Hafemann; MAEDA, Silvia Mara; PALMA, Elisangela Pacheco da; BUZATTO Maria Bernadete P.; RODRIGUES, Maria Aparecida; SILVA, Expedito Leite. | 2011 |
| 10 | Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. | MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo C.; MAINIER, Fernando B. | 2011 |
| 11 | Contextualização do ensino de química em uma escola militar. | SCAFI, Sérgio Henrique F. | 2010 |
| 12 | Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. | SANJUAN, Maria Eugênia C.; SANTOS, Cláudia Viana; MAIA, Juliana de Oliveira; SILVA, Aparecida Fátima A.; WARTHA, Edson José. | 2009 |
| 13 | Escurecimento e limpeza de objetos de prata - um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. | SARTORI, Elen Romão; BATISTA, Érica Ferreira; FATIBELLO-FILHO, Orlando. | 2008 |
| 14 | Um experimento simples envolvendo óxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia a dia. | FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo; DOCHI, Roberto Seiji. | 2006 |
| 15 | Oxidação de metais. | PALMA, Maria Helena Cunha; TIERA, Vera A. de O. | 2003 |

Fonte: Autora (2023).

O artigo 1 de Silveira *et al.* (2023) relatou a elaboração, montagem e a utilização de um *kit* experimental de fácil reprodução, confeccionado com materiais acessíveis, com custo relativamente baixo custo, e que pode ser utilizado como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos como, eletroquímica e equilíbrio químico na rede básica de ensino. O *kit* confeccionado possibilitou a realização de experimentos para o ensino de conceitos como reação de oxirredução, reação de complexação, célula galvânica, equação de Nernst, constante de equilíbrio, entre outros. Os autores também construíram um quadro com uma lista de materiais e equipamentos necessários para montagem do *kit* experimental, onde apresentam uma coluna com materiais alternativos (de fácil acesso e baixo custo) e outra de informações adicionais como preparo e local para encontrar esses materiais alternativos.

O artigo 2 de Zimmer (2022) traz uma metodologia que possibilita o desenvolvimento de uma atividade didática que reproduz a galvanoplastia do banho de ouro em bijuterias. Esta atividade experimental teve como objetivo fazer com que, os alunos do ensino médio pudessem compreender o funcionamento de uma célula eletrolítica, e com isso, também fossem capazes de compreender conceitos sobre eletrólise, reações de oxirredução e espontaneidade de reações. Esta atividade foi organizada como uma proposta didática, com base na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, onde a mesma foi elaborada para envolver os estudantes ao longo da atividade através de pesquisa, exposição oral, momento de aprendizagem e aplicação prática do conhecimento recebido. A atividade desenvolvida sobre a eletrodeposição de ouro em bijuterias, seguindo a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, possibilitou a contextualização do estudo de eletroquímica e de processos que ocorrem no cotidiano dos alunos, gerando maior interesse e melhorias na compreensão de conceitos teóricos, favorecendo a aprendizagem significativa. Os autores apresentaram uma tabela com a síntese do plano de aula desenvolvido para o ensino de eletroquímica a partir da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, bem como, um roteiro experimental com materiais e reagentes, procedimento e montagem da linha de galvanoplastia.

O artigo 3 de Andrade e Zimmer (2021) sugere a utilização do processo de galvanização no ensino de química, visto que este é um processo industrial que envolve o revestimento de ligas ferrosas com zinco. Dessa forma, a aplicação dessa técnica por meio de eletrólise possibilita ensinar alguns conceitos sobre eletroquímica. O processo industrial de eletrogalvanização, também chamado de galvanização a frio pode ser reproduzido em escala laboratorial e possibilita ensinar a técnica de produção de um revestimento de zinco que previne a corrosão de metais. A proposta dos autores desse trabalho foi apresentar esse processo de forma mais simples e contextualizar com conceitos de eletroquímica. Segundo eles, o desenvolvimento dessa prática possibilita uma maior assimilação de conceitos como: propriedades dos metais, reações de oxirredução, corrosão, reações não espontâneas e eletrólise.

O artigo 4 elaborado por Diniz *et al.* (2020) demonstra o desenvolvimento de um material didático utilizando material acessível e de baixo custo. São dois *kits* experimentais de eletroquímica, que apresentam associações em série e em paralelo de pilhas comerciais e células galvânicas alternativas e podem ser

reproduzidos por professores e estudantes da rede básica de ensino. O interesse para o desenvolvimento dos *kits* experimentais ocorreu 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) de 2017. As dificuldades comumente relatadas pelos alunos do ensino médio, referente ao tema eletroquímica, ocasionaram o desenvolvimento dos *kits* experimentais para promover a compreensão dos conceitos básicos para resolução da questão referida. Estes conceitos são: células galvânicas, pilhas e baterias, e associações em série e/ou em paralelo.

O artigo 5 publicado por Silva *et. al* (2016) apresenta uma forma alternativa de abordagem para os conceitos de eletroquímica e cinética química. A atividade seguiu o modelo teórico da aprendizagem significativa que trata do movimento de interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do aluno. Desse modo, alunos do ensino médio realizaram a construção de pilhas naturais com laranjas e as diferenças de potencial foram medidas em condições experimentais diferentes. Nesse trabalho, foram construídas pilhas naturais de laranjas com estágios de maturação distintos pela conservação por refrigeração. Quando foi comparada a diferença de potencial (ddp) gerada na pilha de frutos conservados e não conservados, observaram uma ligação direta de conceitos de cinética (ação da temperatura na reação de decomposição do fruto) e eletroquímica (produção de eletricidade).

O artigo 6 de Faria *et al.* (2016) contemplou o desenvolvimento de um experimento envolvendo a limpeza de moedas de cobre, devido ao seu baixo custo e fácil acesso a produtos comerciais. A limpeza de objetos de cobre pode ser empregada para abordagem de conceitos essenciais em química como equilíbrio, reações químicas de diversos tipos (oxirredução, complexação, etc.), dissolução de sólidos e cinética ao explorar a taxa de reação com que o metal é limpo em temperaturas distintas. A proposta de realização deste experimento foi de utilizar apenas produtos disponíveis na cozinha de uma casa ou de fácil aquisição e baixo custo no comércio, além das moedas de oxidadas.

O artigo 7 publicado por Matos, Takata e Branczek (2013) apresenta um experimento que é uma adaptação do experimento da gota salina de Evans, que comprova a natureza eletroquímica da corrosão. Este experimento de forma adaptada pode ser empregado, com diferentes abordagens, como um experimento

investigativo ou construtivo, auxiliando no processo de aprendizagem significativa, relacionando o experimento com outros conceitos e disciplinas, inclusive auxiliando no processo de ensino interdisciplinar. Este experimento pode ser empregado de forma construtiva ou investigativa. O mesmo utiliza soluções salinas e contribui para a compreensão da simultaneidade das reações de oxidação e redução, processo de transferência de elétrons e equilíbrio de cargas elétricas, para que o aluno compreenda o fenômeno de forma mais integral.

O artigo 8 de Sartori *et. al* (2013), apresenta experimentos facilmente executáveis em uma sala de aula utilizando materiais alternativos e disponíveis no cotidiano, o que proporciona ao estudante uma postura construtivista, permitindo relacionar novas informações às que os mesmos têm conhecimento prévio, como os conceitos de eletrólise, de reações de oxidação-redução, utilização de tabelas de potenciais padrões de redução e uso de indicadores de pH, facilitando o aprendizado. Os autores trazem a proposição de construção de uma célula eletrolítica, bem como, sua aplicação na eletrólise de uma solução de iodeto de potássio, a determinação da quantidade de cada espécie formada em cada eletrodo, e também a determinação da constante de Avogadro, com base na carga envolvida na eletrólise.

O artigo 9 elaborado por Fragal *et. al* (2011) desenvolveu uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica, baseada numa sequência didática e nos três momentos pedagógicos. A proposta foi aplicada a alunos do ensino médio e construída coletivamente no contexto de um grupo de estudos, a mesma contempla a problematização e a experimentação investigativa, objetivando à construção de conhecimentos científicos relacionados ao tema. O experimento foi realizado em três etapas: i. Investigando a formação da ferrugem; ii. Investigando a reatividade dos metais; iii. Diferenças de reatividade.

No artigo 10 de Merçon, Guimarães e Mainier (2011) foram mostrados sistemas experimentais simples para o estudo da corrosão em metais. Esses sistemas empregam materiais de fácil acesso e de baixo custo, não necessitando de um laboratório para sua utilização. A corrosão é um fenômeno químico constantemente presente em nosso cotidiano. No ensino médio, a corrosão é um tema que proporciona a interligação entre conceitos químicos e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais. O experimento desenvolvido teve por objetivo apresentar um sistema experimental simples que permite abordar o processo de

corrosão em metais, bem como explicar a influência de diferentes fatores que afetam a taxa da reação química de corrosão nos metais. Durante o experimento foram realizados ensaios em sistema estático e ensaios em sistema dinâmico.

O artigo 11 elaborado por Scafi (2010) apresenta a contextualização do ensino de química aplicada em uma escola militar, onde são desenvolvidas atividades práticas de laboratório e demonstrações de reações químicas com enfoque ou aplicabilidade militar. Para o ensino de eletroquímica foram trabalhados conceitos químicos para a produção e condução de energia elétrica a partir de reações químicas, assim como manutenção, conservação e proteção de materiais metálicos como prevenção à corrosão. Quando se trata de conteúdos como oxirredução, reatividade de metais e corrosão, os conceitos são analisados o objetivo de entender, minimizar e evitar efeitos de corrosão que podem avariar os inestimáveis materiais metálicos utilizados pelo exército como carros de combate, barcos e helicópteros, além do manuseio de armamentos, os quais, passam por uma manutenção obrigatória realizada por militares de primeiro escalão.

O artigo 12 de Sanjuan *et. al* (2009) traz uma adaptação do experimento da gota salina de Evans, que comprova a natureza eletroquímica da corrosão. O experimento adaptado utiliza diferentes soluções salinas que permitem a abordagem de um número maior de conceitos do que o experimento original em diferentes abordagens. Além disso, os autores também discutem o processo de construção e implementação de uma unidade didática sobre eletroquímica, usando, como tema central, a maresia. O experimento pode ser abordado como investigativo ou construtivo, auxiliando no processo de aprendizagem significativa. Para o estudo de reações redox podem ser utilizadas abordagens distintas como: Aulas experimentais dialogadas, com a discussão dos conceitos envolvidos e a relação dos conhecimentos prévios dos alunos; Abordagem construtivista, onde o professor efetua o levantamento das concepções prévias dos estudantes e conduz as atividades de forma a aproveitar ao máximo dos conteúdos de eletroquímica envolvidos nas experiências; Abordagem investigativa, onde ocorrem debates em grupos para analisar o que acontece durante o experimento. Estes debates podem relacionar os conceitos abordados nos os experimentos com o cotidiano e situações que, eventualmente os alunos podem observar como, por exemplo, a necessidade de proteção de portões e janelas com a base de aço, e até comparações com outros metais utilizados no cotidiano como o alumínio e o aço inoxidável.

No artigo 13 de Sartori, Batista e Fatibello-Filho (2008) é apresentada uma abordagem prática sobre oxirredução, utilizando uma proposta experimental simples com reações de oxidação-redução de escurecimento e limpeza de objetos de prata, como brincos e fio de prata enrolado. O experimento pode ser realizado com materiais alternativos simples e facilmente encontrados no cotidiano. Os autores conduziram dois experimentos, que abordaram o conceito de reações de oxidação-redução. No primeiro observaram o escurecimento de uma peça de prata quando esta foi colocada em contato com sulfeto (S^{2-}), originado na dissociação de compostos sulfurados liberados durante o cozimento excessivo de ovos, imitando, de forma acelerada, a reação que ocorreria normalmente no decorrer do seu uso por uma pessoa. No segundo, para que a peça volte a ter o brilho original, essa camada de $Ag_2S_{(s)}$ formada pode ser removida quando a peça de prata foi colocada em contato com alumínio metálico em uma solução contendo NaCl.

O artigo 14 elaborado por Francisco Júnior e Dochi (2006) traz um experimento de óxido-redução rápido e simples, que pode ser executado com materiais de fácil obtenção e possibilita uma abordagem contextualizada, em que alguns conceitos envolvidos, como a eletroquímica, podem ser discutidos conjuntamente às suas implicações sociais. Com um experimento simples, realizado com materiais como seringa plástica, pedaço de esponja de aço, água e vinagre, o professor pode aproveitar possíveis explicações alternativas que os alunos tenham e abordar a visão da Ciência sobre o fenômeno observado, introduzindo o tema de óxido-redução. Além disso, podem ser realizadas discussões e debates sobre as implicações sociais dos fenômenos de corrosão, os gastos da sociedade no reparo ou substituição de materiais desgastados por processos oxidativos e os riscos de acidentes, são atividades bastante pertinentes para uma abordagem em contexto socioeconômico.

O artigo 15 publicado por Palma e Tiera (2003) relata um experimento realizado com material de fácil aquisição, que permite a abordagem do conteúdo de oxirredução através da criação de quadros. Estes possibilitam a discussão sobre a reatividade, assim como os conceitos de oxirredução do ferro, cobre e outros metais. O processo de oxidação de diferentes metais gera óxidos distintos, muitos dos quais são caracterizados por cores particulares. No entanto, é possível também que a oxidação leve à formação de uma camada superficial de óxido, aderente e protetora, que impede a oxidação do metal subjacente, como é o caso do alumínio. A

metodologia empregada no experimento foi utilizada para o ensino de Eletroquímica na rede básica de ensino, despertando bastante interesse dos alunos e promovendo discussões enriquecedoras sobre o assunto.

Após leitura e análise dos artigos encontrados na revista Química Nova na Escola, encontrou-se uma série de trabalhos que apresentaram experimentos realizados para o ensino de eletroquímica, e que podem ser empregados para utilizar na forma de material didático, como ferramenta para abordagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. Sete foram excluídos por não atenderem ao objetivo do trabalho. O Quadro 2 mostra os artigos selecionados para elaboração da cartilha.

Quadro 2 - Artigos selecionados para elaboração da Cartilha.

| ID | Título do artigo | Autoria | Ano |
|-----------|--|---|------------|
| 1 | A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos três momentos pedagógicos. | ZIMMER, Cínthia G. | 2022 |
| 2 | Experimentação no ensino de células galvânicas para o ensino médio. | DINIZ, Bruno P.; ALVES, Alice S.; LEMES, Leandro C.; SILVA, Luís Antônio; ALVES, Valéria A. | 2020 |
| 3 | Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. | SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato César da; ALMEIDA, Mayara Gabriela O.; AQUINO, Kátia Aparecida S. | 2016 |
| 4 | Limpando moedas de cobre: um laboratório químico na cozinha de casa. | FARIA, Dalva L. A.; BERNARDINO, Nathália D.; SETUBAL, Sandra R. M.; NOVAIS, Vera; CONSTANTINO, Vera R. L. | 2016 |
| 5 | Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. | FRAGAL, Vanessa Hafemann; MAEDA, Sílvia Mara; PALMA, Elisângela Pacheco da; BUZATTO Maria Bernadete P.; RODRIGUES, Maria Aparecida; SILVA, Expedito Leite. | 2011 |
| 6 | Escurecimento e limpeza de objetos de prata - um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. | SARTORI, Elen Romão; BATISTA, Érica Ferreira; FATIBELLO-FILHO, Orlando. | 2008 |
| 7 | Um experimento simples envolvendo óxido-redução e diferença de | FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo; DOCHI, Roberto Seiji. | 2006 |

| | | | |
|---|-------------------------------------|--|------|
| | pressão com materiais do dia a dia. | | |
| 8 | Oxidação de metais. | PALMA, Maria Helena Cunha; TIERA, Vera A. de O. | 2003 |

Fonte: Autora (2023).

Todos os artigos citados no Quadro 2 propõem aplicar no ensino de eletroquímica uma prática experimental onde os alunos conseguem estabelecer relações mais próximas entre o conhecimento científico e o mundo material, que podem ser utilizadas como ferramentas didáticas para incrementar no processo de ensino aprendizagem. Todos os artigos apresentam experimentos com materiais e reagentes de fácil aquisição e baixo custo, não demandando um laboratório para sua utilização.

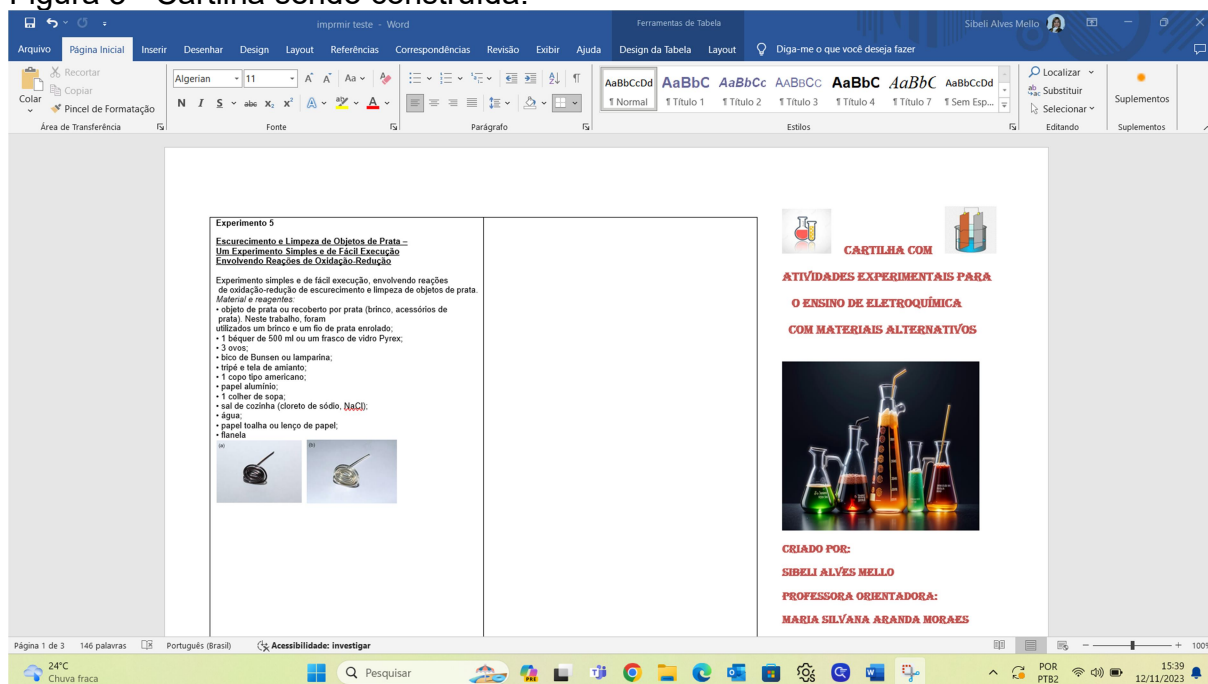
A prática experimental propicia maior interação entre aluno e professor, e é tão importante quanto à teoria, além disso, permite que os alunos passem a questionar, despertando-lhes a curiosidade pelo aprender e entender. Através da experimentação o aluno tem uma maior assimilação sobre os conceitos teóricos (Andrade; Zimmer, 2021).

4.1 Produto educacional

Um dos objetivos deste trabalho foi propor a elaboração de um produto educacional que pudesse auxiliar os professores no ensino de eletroquímica na rede básica de ensino. Para isso, propôs-se a criação de uma cartilha com atividades experimentais para o ensino de eletroquímica que pode ser utilizada no ensino médio. O material será divulgado e distribuído nas escolas do município, para auxiliar nas aulas de química.

A Figura 3 mostra a cartilha sendo construída no word.

Figura 3 - Cartilha sendo construída.



Fonte: Autora (2023).

As Figuras 4 e 5 apresentam imagens da cartilha composta por oito experimentos dos artigos selecionados na pesquisa, com desenvolvimento relativamente simples e materiais alternativos e de baixo custo, facilitando a realização em escolas de ensino médio que não contam com laboratório de química. A mesma foi impressa no formato frente e verso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como objetivo geral realizar um levantamento bibliográfico, na revista Química Nova na Escola, sobre atividades experimentais que vêm sendo utilizadas para ensinar eletroquímica e organizar uma lista com as mais adequadas para o ensino médio.

Com base no levantamento bibliográfico realizado, observamos que há inúmeras possibilidades de trabalhar os conceitos de eletroquímica através da experimentação. A utilização de atividades experimentais no ensino de eletroquímica permite ao professor explorar os conceitos de forma mais concreta e mais próxima da realidade do aluno. As atividades experimentais, empregando materiais alternativos e de baixo custo, conhecidos pelos estudantes, possibilitam aos professores da educação básica, o uso de uma estratégia didática diversificada, que pode apresentar eficiência na aprendizagem dos alunos. Visto que é uma iniciativa que vai além de aulas expositivas convencionais, podendo também contribuir para a aprendizagem dos conceitos de eletroquímica pelos alunos.

Durante as análises dos artigos, percebemos que são desenvolvidos e empregados diversos tipos de experimentos, como por exemplo “Limpendo moedas de cobre: um laboratório químico na cozinha de casa”, e “oxidação de metais”, sempre em busca por uma melhor aprendizagem para o ensino de eletroquímica. Nessa concepção, os resultados obtidos respondem à pergunta de pesquisa, e atingiram os objetivos propostos neste estudo.

De acordo com a proposta deste trabalho, foram listados quinze artigos encontrados no levantamento bibliográfico e destes, foram escolhidos oito para elaboração do produto educacional, que é uma cartilha. Os artigos apresentados na cartilha foram escolhidos devido à simplicidade de desenvolvimento dos experimentos e a utilização de matérias de baixo custo e alternativos.

Com essa perspectiva de trabalho acredita-se ter contribuído com um ensino de química mais atraente e dinâmico. Além disso, o produto elaborado neste trabalho poderá servir para professores de química que tenham interesse em utilizar atividades experimentais em suas aulas. Por fim, destaca-se que é fundamental promover atividades experimentais que permitam aos alunos a participarem ativamente da construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Letícia V.; ZIMMER, Cinthia G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 298-304, ago. 2021. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_3/QNESC_43-3_revista_baixa.pdf#page=70. Acesso em: 2 out. 2023.
- BARATIERI, Stela Mari *et al.* Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 12-25, 2008. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/293>. Acesso em: 2 out. 2023.
- BARRETO, Barbara S. J.; BATISTA, Carlos H.; CRUZ, Maria Clara P. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 52-58, 2017. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/QNESC_39-1_revista.pdf#page=52. Acesso em: 10 out. 2023.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetro Curriculares Nacional PCN+**: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- DINIZ, Bruno P. *et al.* Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 77-87, 2020. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_1/11-EEQ-79-18.pdf. Acesso em: 8 nov. 2023.
- EVANGELISTA, Olinda. Imagens e reflexões: na formação de professores. *In*: SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: http://www.sepex.ufsc.br/anais_5/trabalhos155.html. Acesso em: 15 nov. 2023.
- FARIA, Dalva L. A. *et al.* Limpando moedas de cobre: um laboratório químico na cozinha de casa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 20-24, fev. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Viana-4/publication/297723916_O_Incrivel_Mundo_dos_Materiais_Porosos_-_Caracteristicas_Propriedades_e_Aplicacoes/links/57740e0608aeb9427e241d9f/O-Incrivel-Mundo-dos-Materiais-Porosos-Characteristicas-Propriedades-e-Aplicacoes.pdf#page=20. Acesso em: 21 out. 2023.
- FONSECA, Martha Reis Marques da. **Completamente química**: química geral. São Paulo, 2001.
- FRAGAL, Vanessa Hafemann *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 216-222, nov. 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_4/216-RSA-8910.pdf. Acesso em: 7 nov. 2023.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/vLwff6qNpbNP9Y8DHbpwzzC/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 11 out. 2023.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo; DOCHI, Roberto Seiji. Um experimento simples envolvendo oxidorredução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia. **Química Nova na Escola**, [S. l.], n. 23, p. 35-39, 2006.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, [S. l.], n. 136, p. 95-101, set. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lima-22/publication/253328849_Perspectivas_de_novas_metodologias_no_Ensino_de_Quimica/links/02e7e51f82fa481222000000/Perspectivas-de-novas-metodologias-no-Ensino-de-Quimica.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MATOS, Larissa Aparecida C.; TAKATA, Neide Hiroko; BRANCZEK, Everson Prado. A gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 237-242, nov. 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/04-EA-191-12.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo C.; MAINIER, Fernando B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 57-60, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Mainier/publication/50434440_Sistemas_Experimentais_para_o_Estudo_da_Corrosao_em_Metals/links/586f8dbc08ae8fce491dc4db/Sistemas-Experimentais-para-o-Estudo-da-Corrosao-em-Metals.pdf. Acesso em: 11 out. 2023.

MOREIRA, Antônio Flávio; CANDAU, Vera Maria. **Multiculturalismo: diferenças culturais e práticas pedagógicas**. 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes Limitada, 2008.

OLIVEIRA, Marcelo M. *et al.* Lúdico e materiais alternativos - metodologias para o ensino de química desenvolvidas pelos alunos do Curso de Licenciatura Plena em

Química do CEFET-MA. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ENEQ, 2008.

PALMA, Maria Helena Cunha; TIERA, Vera Aparecida de Oliveira. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 18, p. 52-54, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>. Acesso em: 16 out. 2023.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares de Química**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2006.

PERNANBUCO. **Parâmetros Curriculares de Química Ensino Médio de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, 2013. Disponível em: http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/4171/quimica_parametros_em.pdf. Acesso em: 30 out. 2023.

QUEIROZ, Salete Linhares; ALMEIDA, Maria José P. M. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 10, n. 01, p. 41-54, 2004. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132004000100003&script=sci_abstract. Acesso em: 14 nov. 2023.

SANJUAN, Maria Eugênia C. *et al.* Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 31, p. 190-197, 2009. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf. Acesso em: 14 out. 2023.

SANTOS, Anderson Oliveira *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em: 14 out. 2023.

SANTOS, Tâmara N. P. *et al.* Aprendizagem ativo-colaborativo-interativa: interrelações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc40_4/06-RSA-34-17.pdf. Acesso em: 3 out. 2023.

SARTORI, Elen R. *et al.* Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 107-111, 2013. Disponível em: <https://encurtador.com.br/imnLW>. Acesso em: 11 out. 2023.

SARTORI, Elen Romão; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, Orlando. Escurecimento e limpeza de objetos de prata-um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 30, p. 61-65, 2008. Disponível em: <https://encurtador.com.br/gyV26>. Acesso em: 5 dez. 2023.

SCAFI, Sérgio Henrique Frasson. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc32_3/07-RSA-8709.pdf. Acesso em: 8 nov. 2023.

SILVA, Roberta Maria da *et al.* Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 3, p. 237-243, 2016. Disponível em: <https://encurtador.com.br/xT378>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SILVEIRA, Marlon *et al.* Células eletrolítica e a combustível confeccionadas com materiais alternativos para o ensino de eletroquímica. **Química Nova**, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 118-127, 2021.

SILVEIRA, Nathália J. *et al.* Ensino de eletroquímica no ensino médio por meio de uma atividade experimental com abordagem de equilíbrios simultâneos de oxidorredução e de complexação. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 60-68, fev. 2023. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc45_1/QNESC_45-1_revista_baixa.pdf#page=60. Acesso em: 25 out. 2023.

SOUZA, Cacilda da Silva; IGLESIAS, Alessandro Giraldes; PAZIN-FILHO, Antonio. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais—aspectos gerais. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86617>. Acesso em: 15 nov. 2023.

VEIGA, Ilma P. **Pedagogia universitária: a aula em foco**. São Paulo: Papirus, 2000.

WARTHA, Edson José; REZENDE, Daisy de Brito. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dezembro2011/quimica_artigos/niveis_repr_ens_quim_semiot_art.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

ZANONI, Maria Valnice Boldrin *et al.* Panorama da eletroquímica e eletroanalítica no Brasil. **Química Nova**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 663-669, 2017. Disponível: <https://www.scielo.br/j/qn/a/6vQqc9TgNMWhnFfFh9q9JNs/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ZIMMER, Cínthia G. A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 76-80, 2022. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44_1/11-EEQ-73-20.pdf. Acesso em: 9 out. 2023.