

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

NEOMAR JULIANO GABRIEL

PILHAS E BATERIAS:

O QUE A REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA VEM PUBLICIZANDO NO PERÍODO DE 2012 A 2022?

**REALEZA
2022**

NEOMAR JULIANO GABRIEL

PILHAS E BATERIAS:

O QUE A REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA VEM PUBLICIZANDO NO PERÍODO DE 2012 A 2022?

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de graduação em Química Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Realeza/PR, como requisito para obtenção do título de licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jackson Luís Martins Cacciamani

REALEZA

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Gabriel, Neomar Juliano

PILHAS E BATERIAS: O QUE A REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA VEM PUBLICIZANDO NO PERÍODO DE 2012 A 2022? / Neomar Juliano Gabriel. -- 2023.

62 f.:il.

Orientador: Doutorado em Educação em Ciências Jackson Luis Martins Cacciamani

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Licenciatura em Química, Realeza, PR, 2023.

1. pesquisa qualitativa. 2. Química Nova na Escola (QNEsc). 3. pilhas e baterias. 4. Educação Química. I. Cacciamani, Jackson Luis Martins, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

NEOMAR JULIANO GABRIEL

PILHAS E BATERIAS:

O QUE A REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA VEM PUBLICIZANDO NO PERÍODO DE 2012 À
2022?

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Química Licenciatura da
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química. Este trabalho foi
defendido e aprovado pela banca em 07/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Jackson Cacciamani

Prof. Dr. Jackson Luís Martins Cacciamani (UFFS)

Orientador

Rosane A. B. Baldissera

Prof. Esp. Rosane Aparecida Bettin Baldissera (escola da Educação Básica)

Avaliadora

Claudia Almeida Fioresi

Profa. Dra. Claudia Almeida Fioresi (UFFS)

Avaliadora

Caroline Zanotto

Profa. Dra. Caroline Zanotto (escola da Educação Básica)

Avaliadora

Dedico este trabalho a DEUS e a minha família, em especial, aos meus pais, à minha esposa e ao meu filho, os quais têm grande contribuição aos meus estudos e importância na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar que me proporcionou o Dom da vida e a todas as pessoas que de uma forma ou outra auxiliaram em minha formação, especialmente:

Aos meus pais pelo incentivo aos estudos sempre me apoiando e contribuindo para minha educação quanto a busca pelo conhecimento.

Aos meus amigos por fazerem parte da minha caminhada dando sempre apoio e contribuindo com suas amizades.

A todos os professores que ao longo de minha formação contribuíram com seus conhecimentos proporcionando a oportunidade de vivenciar a vida acadêmica.

Ao meu orientador, professor Jackson Luís Martins Cacciamani, pela paciência e todo ensinamento compartilhado comigo durante todo o meu processo de formação como professor, contribuindo de forma sempre espontânea e significativa para a minha formação na Licenciatura em Química. Obrigado pelos ensinamentos, atenção, amizade e dedicação ao longo deste período!

Gostaria também de agradecer a banca examinadora: Profa. Dra. Claudia Almeida Fioresi (UFFS), Prof. Esp. Rosane Aparecida Bettin Baldissera, Profa. Dra. Caroline Zanotto, que cederam parte de seu precioso tempo para contribuir com meu trabalho.

Obrigado a todas e todos vocês por participarem deste momento tão importante e único, pois direta ou indiretamente me fizeram crescer, tanto pessoal quanto profissionalmente.

Muito obrigado a todos e a todas!

Ninguém nega o valor da educação e que um bom professor é imprescindível. Mas, ainda que desejem bons professores para seus filhos, poucos pais desejam que seus filhos sejam professores. Isso nos mostra o reconhecimento que o trabalho de educar é duro, difícil e necessário, mas que permitimos que esses profissionais continuem sendo desvalorizados. Apesar de mal remunerados, com baixo prestígio social e responsabilizados pelo fracasso da educação, grande parte resiste e continua apaixonada pelo seu trabalho.

A data é um convite para que todos, pais, alunos, sociedade, repensemos nossos papéis e nossas atitudes, pois com elas demonstramos o compromisso com a educação que queremos. Aos professores, fica o convite para que não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios, nem deixem de educar as pessoas para serem “águias” e não apenas “galinhas”. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda. (PAULO FREIRE)

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi desenvolvido no curso de graduação em Licenciatura em Química na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - campus Realeza/PR, e consistiu na construção de uma pesquisa qualitativa de cunho documental e bibliográfica acerca do tema pilhas e baterias, buscando assim compreender como os artigos apresentados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) podem contribuir no processo de formação de professoras e professores em Educação em Ciências, especialmente, Educação Química. Analisamos em etapas os artigos que compõem a revista, sendo que num primeiro momento analisamos todas as edições da Revista Química Nova na Escola desde o ano de 1995 até 2022. Posteriormente, fizemos um recorte de tempo de 2012 a 2022. Os artigos foram analisados inspirados na proposta metodológica da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2006). Por isso, selecionamos 21 artigos que abordavam o tema pilhas e baterias. Argumentamos a respeito da importância de trabalharmos esses temas na sala de aula articulada com a Educação em Ciências porque constitui numa proposta de análise exploratória qualitativa.

Palavras-chave: pesquisa qualitativa; Química Nova na Escola (QNEsc); pilhas e baterias; Educação Química.

ABSTRACT

This Course Completion Work (TCC), developed in the graduation course in Chemistry at the Federal University of Fronteira Sul (UFFS) - Realeza/PR campus, consists of the construction of a qualitative documentary and bibliographical research on the subject batteries, thus seeking to understand how the articles presented in Revista Química Nova na Escola (QNEsc) can contribute to the process of teachers formation in Science Education, especially in Chemistry Education. We analyzed in stages the articles that make up the magazine, being initially analyzed all editions of Revista Química Nova na Escola from 1995 to 2022. Later, we made a time cut from 2012 to 2022. The articles were analyzed inspired by the methodological proposal of Discursive Textual Analysis (DTA) proposed by Moraes and Galiazzi (2006). Therefore, we selected 21 articles that addressed the issue of batteries. We argue about the importance of working on these themes in the classroom articulated with Science Education because it constitutes a proposal for qualitative exploratory analysis.

Keywords: qualitative research; Química Nova na Escola (QNEsc); Batteries; Chemical Education.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
QNEsc	Revista Química Nova na Escola
ATD	Análise Textual Discursiva
DE/SBQ	Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química
EP	Educar pela Pesquisa
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	Introdução	11
2	A Revista Química Nova na Escola (QNEsc)	13
3	Os caminhos metodológicos da pesquisa	16
4	Os resultados da pesquisa	19
5	Sequência didática	29
6	As considerações finais	38
7	Referências bibliográficas	39
8	Anexos e apêndices	41

1 INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pertence ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - Realeza-PR, sendo que a intenção é compreendermos a potencialidade das publicações acerca da temática pilhas e baterias na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) no período de 2012 a 2022.

Questionando-me como o tema de pesquisa, com o enfoque nas pilhas e baterias se fez presente em minha história de vida e como se tornou proposta de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), procuro construir um breve relato de minha história de vida.

Sou natural de Bela Vista da Caroba, município que conta com uma população de aproximadamente 4000 mil habitantes, está situada no sudoeste do Paraná cerca de 500 quilômetros da capital Curitiba. Onde nasci em 01/06/1996, filho de agricultores cresci no ambiente do campo sempre ajudando com orgulho nas atividades desde muito novo, pois como sabemos é costume na agricultura familiar rural os jovens ajudarem na lida do campo e aprender sobre os valores da vida.

Porém, desde sempre meus pais me apoiaram nos estudos, não deixando que atividades do campo fossem tomadas frente aos estudos. Na cidade de Bela Vista da Caroba estudei no ensino primário na Escola Estadual Bom Jesus, já o ensino fundamental foi cursado no colégio Estadual Santo Antônio Ensino Fundamental e Médio, porém no ano de 2010 participei de um estágio vocacional no Seminário Nossa Senhora Aparecida na Cidade de Realeza cerca de 30 quilômetros de Bela Vista da Caroba, onde no ano de 2011 ingressei no Seminário dos Padres Cavanis, onde obtive uma linda experiência de vida.

Sendo assim, concluí meus estudos do Ensino Médio no Colégio Estadual Doze de Novembro - Ensino Médio e Profissional. Posteriormente no final de 2013 realizei o Exame Nacional do Ensino Médio - o ENEM. Desta forma dando ingresso em 2014, no Curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Realeza (UFFS). Por fim, em 2016 comecei a trabalhar em uma fábrica de baterias automotivas situada na cidade de Realeza-PR, conhecida como Baterias Real desempenhando atualmente a profissão de Analista de Controle de Qualidade. Desta forma este tema está inserido em meu cotidiano, por isso, gostaria de compreender com mais propriedade acerca desse tema.

Por outro lado, a partir dos questionamentos pessoais, começamos a refletir quais os embasamentos, da escolha da opção de pesquisa. Percebo que algo referente a esse tema abordado, diz respeito num primeiro momento as minhas lembranças desde o tempo da escola, quando cursamos o Ensino Fundamental. Pois tivemos a oportunidade de vivenciarmos as aulas de Ciências, onde ocorreu um primeiro contato, com o assunto, ao longo do tempo, na vida acadêmica especificamente na Universidade, nos deparamos com componentes curriculares os quais debatemos a respeito das chuvas ácidas, a maresia nos litorais, a degradação dos metais, degradação da pintura dos carros, entre outros exemplos. Ainda vivenciarmos momentos e encontros que nos deparamos com oportunidades de participarmos de seminários e até mesmo, um em específico ocorreu sobre a eletrodeposição de metais, abordando assim as pilhas e baterias, ocasionando um maior interesse pelo assunto.

O Projeto de Pesquisa no Ensino de Química II (que é um dos nossos Estágios Curriculares Supervisionados - ECS - no curso de Licenciatura em Química) realizado no Colégio Estadual Doze de Novembro - Ensino Médio e Profissional junto com a professora Rosane Aparecida Bettin Baldissera, constituiu-se fundamental no sentido de abordarmos acerca dessa temática diversos conteúdos nessa interação com as estudantes e os estudantes do Ensino Médio, especialmente, aqueles que dizem respeito aos processos de oxirredução. A nossa intenção é propor uma organização de sequência didática (SD) nesse TCC, sendo que embora algumas atividades tenham sido desenvolvidas nos Estágios Curriculares Supervisionados (ECS), isso não aparece como informação da pesquisa em si. Desta forma, escolhemos o tema pilhas e baterias como pesquisa de TCC acerca dos artigos publicados e publicizados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) no período de 2012 até 2022.

O desenvolvimento da pesquisa é de cunho qualitativo, sendo uma proposta de pesquisa documental e bibliográfica. O movimento da análise exploratória ocorreu na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) disponível online na internet. O processo de pesquisa ocorreu a partir de palavras-chave como pilhas e baterias, num primeiro momento, desde 1995. Posteriormente, decidimos fazer o recorte dos últimos dez anos e por último uma perspectiva inspirada na metodologia de análise de informações discursivas que é a Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2006).

Deste modo, procurando assim compreender acerca da temática pilhas e baterias publicizadas na QNEsc, esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), está organizado em partes, tais como: Introdução; A Revista Química Nova na Escola (QNEsc); Os caminhos

metodológicos da pesquisa; Os resultados da pesquisa; Sequência didática; As considerações finais; Referências bibliográficas e Anexos e apêndices.

2 Revista Química Nova na Escola (QNEsc)

A Revista (QNEsc), teve seu início em 1994, durante o VII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), onde propôs-se a criação de uma revista que abordaria os trabalhos e resultados das pesquisas voltadas à área da Educação Química, contribuindo para a formação de professores, ganhando forte apoio e espaço na comunidade científica, sendo assim, a primeira edição da revista ocorreu em 1995.

A QNEsc está vinculada à Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (DE/SBQ) desde a sua criação em 1994. É produzida por aqueles que ensinam Química e pesquisam nesta área, contribuindo para a melhoria do trabalho de professores nas salas de aula de Química deste país, constituindo-se atualmente um patrimônio dessa comunidade. A periodicidade é trimestral, sendo que se propõe subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade de Educação Química brasileira. A QNEsc integra-se à linha editorial da Sociedade Brasileira de Química, que publica também a revista Química Nova e o Journal of the Brazilian Chemical Society. A Química Nova na Escola é um espaço aberto ao educador, suscitando debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de Química. Assim, contribui para a tarefa fundamental de formar verdadeiros cidadãos. Nesse sentido, a Divisão de Ensino disponibiliza neste portal, na íntegra, e de forma totalmente gratuita, todos os artigos publicados no formato PDF. (Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=64&editorial_html=1/acesso: 01 de agosto de 2022). Estão disponíveis também os Cadernos Temáticos publicados desde 2001 pela Divisão de Ensino (QNEsc, 1995).

Vale ressaltar que outro motivo da escolha do periódico da Revista Química Nova na Escola é que a revista chega até o ambiente escolar e está aberta aos professores e estudantes, pois tem como princípio à Educação em Ciências, especialmente, a Educação Química, contribuindo na formação em cidadania. Desta forma, a Divisão de Ensino disponibilizou o acesso na plataforma online de forma inteiramente gratuita, tendo seus artigos ofertados na forma de PDF, diferente de plataformas que necessitam de assinatura e são cobradas taxas.

3. OS CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA: o que as informações da pesquisa nos mostram?

Neste presente trabalho de pesquisa escolhemos a Revista (QNEsc) como base de dados ou informações da pesquisa, sendo que se constituiu num primeiro momento numa

análise exploratória desde o ano de 1995 até 2022. A QNEsc é uma revista que tem publicizado experiências vivenciadas por colegas professores nas escolas da Educação Básica e da Universidade, bem como a revista conta ainda com trabalhos nacionais e internacionais sendo de extrema importância na área da Educação em Ciências, especialmente, a Educação Química. Por isso, escolhemos a QNEsc como material de análise e de pesquisa nesse TCC.

Segundo Moraes e Galiazzi (2006) a Análise Textual Discursiva (ATD) possibilita quatro reconstruções importantes acerca: (1) do entendimento de Ciências e de seus caminhos de produção; (2) do objetivo de sua pesquisa e de sua compreensão; (3) da competência de produção escrita; (4) do sujeito pesquisador. De acordo com os autores, a ATD possibilita novos olhares para o pesquisador, por meio da pesquisa qualitativa, usufruindo dos dados de forma mais abrangente. Desta forma, o pesquisador se tornando mais criativo em suas construções de ideias e conhecimentos facilitando a articulação dos significados semelhantes, por meio de um processo de categorização (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Por meio de uma perspectiva exploratória foram realizadas análises dos artigos publicados ao decorrer das publicações da (QNEsc), chegando a escolha de artigos provenientes de publicações de 2012 a 2022, onde foram escolhidos cinco artigos como referência nessa pesquisa de TCC, por exemplo, sendo artigos compostos pelos seguintes títulos, tais como: (1) Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de Eletrólise a partir de materiais de baixo custo, (2) Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: a Experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa, (3) Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica; (4) Prêmio Nobel de Química de 2019 láurea pelo desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio e por último (5) Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio. Sendo assim, foram extraídas as imagens das capas das edições dos respectivos artigos da Revista Química Nova na Escola (QNEsc).

Na Figura 01 mencionada a seguir, constam as capas da (QNEsc) que representam os artigos que foram selecionados nesse processo de pesquisa.



Figura 1: Revista Química Nova na Escola (QNEsc).

Quanto à forma de abordagem tem sido usado como principal embasamento a pesquisa qualitativa a qual é descritiva, podendo descrever pessoas, situações, acontecimentos, transições de entrevistas e acontecimentos, fotografias, desenhos, documentos, entre outros. Assim, o pesquisador é instrumento-chave para a pesquisa, tendo que analisar seus dados indutivamente. Na pesquisa qualitativa, o processo e seu significado são os focos principais. Envolvendo a obtenção de dados descritivos que são obtidos por meio do contato direto do pesquisador com a situação abordada, envolvendo a pesquisa exploratória, dando mais visibilidade ao processo como um todo do que apenas o resultado final, e se preocupando em relatar a perspectiva dos participantes (TENFEN *et al.*, 2018). Por isso, num primeiro momento fizemos uma busca acerca dos trabalhos publicados no decorrer dos vinte sete anos da revista, sendo que posteriormente delimitamos o período de dez anos (2012 até 2022), e assim começamos um movimento de análise exploratória acerca da temática investigada, sendo esse nosso corpus de análise.

Após a confirmação do período em que seria trabalhada a pesquisa, deu-se início a um movimento de observar e fazer a leitura dos resumos dos trabalhos presentes nesse período pré-delimitado. Onde foram separados 21 trabalhos, que possuíam alguma relação de forma direta ou indireta ao tema pilhas e baterias, nesse momento foram organizados em uma primeira tabela, que descreve informações como ano da edição, mês, quantidades de artigos e os títulos dos artigos. Após uma leitura mais detalhada de cada trabalho culminou na escolha de cinco trabalhos os quais foram organizados em uma segunda tabela com dados como ano da edição, título dos artigos, autores, palavras-chave e resumos. A partir destes movimentos com um maior foco de atenção sobre esses artigos, seguimos com a análise das informações coletadas dos cinco artigos escolhidos.

É extremamente importante e necessário conhecer e estudar sobre o assunto pilhas e baterias no sentido de compreender situações do dia a dia que dizem respeito tanto aos aspectos científicos, tecnológicos e ambientais. O referido tema é de grande importância para nossa sociedade, pois está inserido no cotidiano das pessoas, pois temos baterias presentes em celulares e automóveis bem como pilhas presentes em relógios. Deste modo, o presente trabalho busca contribuir no processo de formação de estudantes e de professores, compreendendo assim as diferentes abordagens acerca de pilhas e baterias, principalmente, de forma mais contextualizada e produtora de sentidos.

Na Figura 2 mencionada abaixo, o fluxograma mostra o passo a passo da nossa pesquisa, explicamos o processo metodológico da pesquisa, sendo que a partir da análise da revista QNEsc inspirada na ATD, procuramos pesquisar desde o início das publicações em 1995 até 2022, em um primeiro momento foram analisados todos os artigos apresentados na plataforma da QNEsc, buscando pelos trabalhos que possuíam alguma relação com a temática das pilhas e baterias, posteriormente em conversa com o professor orientador delimitamos um intervalo de tempo de 10 anos, sendo realizado uma leitura mais detalhada nos artigos. Nesse momento, fizemos a escolha somente por aqueles artigos que se estavam vinculados ao nosso problema de pesquisa. Por fim, selecionamos cinco artigos, os quais por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2006), darão o embasamento para o trabalho.



Fonte: O autor, 2022.

Figura 2: O caminho metodológico da pesquisa acerca dos artigos na QNEsc .

4 Resultados da Pesquisa: da análise à compreensão

Aprender é algo constituído ao longo do tempo onde o processo de aprendizado nunca termina, pois, as civilizações vão se desenvolvendo dia após dia, usufruindo do conhecimento de forma a desenvolver novas possibilidades de conhecimento, sempre buscando evoluir. É desta forma que acreditamos ser o processo de formação de um professor desde a busca pela formação dando continuidade nas salas de aula. Por isso, nesse trabalho de pesquisa procuramos compreender a temática Pilhas e Baterias inspirados na proposta metodológica da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2006).

Assim como foi citado anteriormente, os artigos publicados na QNEsc tem por sua maior intenção contribuir para com os professores e os estudantes que pertencem à área de Educação Química. Principalmente dar apoio e incentivo aos licenciandos, pois disponibiliza de um grande acervo de publicações as quais tem abrangências em diferentes assuntos, com periodicidade contínua renovando e atualizando aqueles que procuram por fontes seguras e materiais de qualidade. Nessa etapa do trabalho, tivemos a preocupação de compreender como os artigos apresentados na Revista Química Nova na Escola, podem contribuir para a pesquisa documental referente a temática pilhas e baterias, bem como proporcionar aos leitores e às leitoras esse movimento de compreensão acerca da importância desse tema na em Educação em Ciências.

Portanto, dando continuidade neste texto, trazendo elementos dos próprios artigos bem como de outras produções de autoras e de autores que discutem acerca da importância dos assuntos abordados, fortalecendo a discussão e dando embasamento as discussões apontadas sendo ancorado na proposta de educar pela pesquisa em sala de aula, voltado para discussão em Educação em Ciências.

A eletroquímica é um tema discutido na disciplina de Química e, no Ensino Médio, tem como principal objetivo estudar sistemas químicos a) capazes de fornecer trabalho elétrico a partir de reações de oxirredução, que é um processo conhecido como pilhas e b) que utiliza a energia elétrica para produzir reações químicas, que é um processo conhecido como eletrólise. [Silva *et al.* 2016, (01)]

De acordo com [Silva *et al.* 2016, (01)], por meio desses levantamentos podemos sugerir conteúdos relacionados a reações de oxirredução, cinética química, equilíbrio químico e eletroquímico além das reações de corrosão em polímeros orgânicos. Portanto, argumentamos em favor de uma proposta mais contextualizada tanto na escola da Educação Básica quanto na Universidade dentro da Educação em Ciências. Especialmente, promovendo desta forma

possibilidades de compreender os diferentes conteúdos que podem ser trabalhados com as pilhas e baterias, por exemplo, assim como outras tantas temáticas.

Analisando o excerto de [Sartori *et al.* 2013, (01)], percebemos que a experimentação é uma proposta presente acerca desse tema tanto na escola quanto na universidade. Por isso, concordamos com Giordan (1999) que a experimentação é uma característica da Educação em Ciências, sendo que o tema pilhas e baterias pertencem normalmente a área da Físico-Química, por exemplo, a partir de materiais alternativos.

Uma célula eletrolítica é constituída de dois eletrodos – o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo) –, mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito, e ainda por uma fonte externa que fornecerá energia a essa célula, produzindo reações de oxidação e redução não espontâneas nos eletrodos. À medida que energia elétrica é fornecida por uma fonte, elétrons percorrem o circuito elétrico, passando do ânodo, onde ocorrerá a oxidação, para o cátodo, onde ocorrerá a redução, por um fio externo. [Sartori *et al.* 2013, (01)]

Segundo Carneiro *et al.* (2017) nas células eletrolíticas, ou seja, nas pilhas a energia elétrica é usada para promover uma reação química por meio da eletrólise. Processo esse em que a corrente elétrica circula por meio de um eletrólito, ocasionando uma reação redox não espontânea, ou seja, nessa célula a oxidação ocorre no ânodo e a redução no cátodo, sendo que existe a inversão nos polos.

Portanto vale ressaltar que estamos acostumados com a ideia de cátodo ser o eletrodo positivo e o ânodo o eletrodo negativo, mas podemos evidenciar que por meio da contribuição de [Sartori *et al.* 2013, (01)], a partir da interação com Carneiro *et al.* (2017), propõe que nas células eletrolíticas, ou seja, nas pilhas, os polos são invertidos sendo assim, o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo). Porém a oxidação nessa célula ocorre no ânodo e a redução no cátodo, por se tratar de uma célula eletrolítica, não produz energia de forma espontânea, dependendo assim de uma fonte externa de energia para que se dê início a reação de oxidação-redução.

Carneiro *et al.* (2017) aponta que se convencionou dizer que uma espécie sofreu oxidação quando esta doou ou perdeu elétrons para outra. Paralela e complementarmente, quando esta espécie recebe elétrons de outra, esta sofre o que se chama de redução. A espécie que sofre oxidação é chamada de agente redutor e a espécie que sofre redução é chamada de agente oxidante. Estas duas reações são parciais, pois nenhuma pode ocorrer sozinha, sendo assim, as duas reações precisam ocorrer simultaneamente.

Para manter a neutralidade elétrica, os íons positivos (cátions) movem-se através do eletrólito na direção do cátodo, e os íons negativos (ânions), na direção do ânodo. Esse processo constitui uma reação de oxidação-redução e a soma das duas semi reações nos eletrodos é a reação global na célula eletrolítica. Por convenção, o eletrodo com carga negativa na célula eletrolítica é denominado cátodo, enquanto o carregado positivamente é chamado ânodo, o oposto ao encontrado numa célula galvânica (ex. bateria). [Sartori *et al.* 2013, (02)]

Portanto, como argumentado por [Sartori *et al.* 2013, (02)] existe diferença de significados entre as pilhas que são células eletrolíticas e baterias que pertencem à classe das células galvânicas, na qual a energia química proveniente da reação redox é convertida em energia elétrica. A condutividade elétrica ocorre por meio dos eletrodos, nos quais acontece a oxidação no ânodo e a redução no cátodo. Algo que pode confundir facilmente o estudante, pois na maioria das vezes o tema é tratado em conjunto, conduzindo ao engano quem está se apropriando do conhecimento.

Quando os terminais dos eletrodos de uma pilha ou bateria são conectados a um aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito externo (vide Figura 1), pois o material de um dos eletrodos (ânodo ou eletrodo negativo) oxida-se espontaneamente liberando elétrons, enquanto o material do outro eletrodo (cátodo o eletrodo positivo) reduz-se espontaneamente utilizando esses elétrons. Um material microporoso, embebido no eletrólito, é utilizado como separador para impedir que ocorra curto-circuito entre os eletrodos. [Bocchi *et al.* 2019, (05)]

A partir da análise de [Bocchi *et al.* 2019, (05)], podemos observar que o processo de geração de corrente elétrica de uma bateria resulta diretamente no salto de elétrons, de um nível mais alto para um mais baixo, onde a energia liberada das reações é convertida em eletricidade. Porém, existem processos em que a eletricidade é usada para promover reações químicas. Metais possuem uma tendência termodinâmica em converterem-se espontaneamente aos seus óxidos. Ao fazer isso, este metal devolve a natureza, os elétrons que recebeu, surgindo assim uma diferença de potencial e uma corrente elétrica. Alguns modelos de baterias utilizam-se deste princípio para a geração de energia elétrica, fazendo uso não apenas de materiais mono metálicos, mas sim, de compostos de metais de diferentes níveis. Numa bateria, todos estes processos ocorrem no interior das células eletroquímicas, que se constituem de um conjunto de célula/eletrodo/eletrólito que sofrerá a oxirredução (CARNEIRO *et al.*, 2017).

Sabemos que quando nos aprofundamos em um determinado assunto em sala de aula, pode ser meio confuso para alguns estudantes seguir em frente com apropriação dos conteúdos, pois como vivenciamos em momentos de estágio, os alunos geralmente boa parte estão acostumados a seguir um perfil de estudo, ou seja, decorar conteúdo e quando tratamos de ensino de Química, forçamos o aluno a sair da zona de conforto o que pode não ser bem aceito

de momento. Porém, ao decorrer do percurso o aluno começa a trabalhar seu senso crítico favorecendo a construção de um ambiente de ensino no qual o estudante possa se sentir incluído.

Segundo Mól *et al.* (2013), o qual destaca que a Química desde que se constituiu uma ciência, foi organizada em quatro áreas distintas: Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Analítica. Porém, nas últimas décadas do século XX uma nova área surge, com o pressuposto de englobar a área da investigação: o Ensino de Química (EQ). A área de Ensino de Química tem como “objeto de estudo e de investigação o conhecimento químico”, todavia, não é “o conhecimento por si só, mas as questões relacionadas à sua apropriação no ambiente escolar” (Mol, 2011, p. 21) e nos diversos contextos de ensino e aprendizagem.

O que mais se observa nas experiências de professores que discutem esse tema em sala de aula são as dificuldades dos estudantes em entender os processos de fluxo de elétrons e a condução de elétrons em sistemas eletrolíticos. [Silva *et al.* 2016, (05)]

[Silva *et al.* 2016 (05)] nos confirma as dificuldades encontradas no ambiente escolar, ao ensinar a teoria para os estudantes, e nos reforça a importância de serem elaboradas outras formas de metodologias, ao repassar as informações.

Considera-se os kits experimentais de eletroquímica úteis para explicação dos conceitos de eletroquímica (células galvânicas) necessários à resolução da questão do ENEM 2017, especialmente porque elucidam sobre pilhas comerciais e células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso. [Bocchi *et al.* 2020, (11)]

Ao analisar [Bocchi *et al.* 2020, (11)], nos deparamos com métodos que de certa forma poderão agradar e causar mais interesse aos alunos, uma vez que é ampliado a forma de atuação no ambiente escolar. Entendemos que a linguagem científica apresenta suas especificidades, sendo que a experimentação, por exemplo, proporciona outros caminhos quanto ao entendimento do fenômeno físico-químico investigado, obviamente, quando essa se organiza de modo ancorado na pesquisa.

Observamos em [Sartori *et al.* 2013 (05)], que salienta a importância da interdisciplinaridade para reforçar o ensino de química deixando mais flexível, pois se tem a intuição ao se tratar de química algo que é complicado afastando o interesse do aluno pela matéria antes mesmo de ser abordado o conteúdo.

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, (05)]

Assim como Gonçalves (2014), comenta no artigo a Experimentação e Literatura:

Contribuições para a Formação de Professores de Química, sobre a obra do escritor italiano Primo Levi tem se destacado no ensino de Química, por exemplo, no livro *A Tabela Periódica*, publicado em 1975. Pinto Neto (2008) ressalta que a formação de professores de Química não pode se restringir a si mesma ou aos conteúdos pedagógicos a ela relacionados. Ou seja, precisa ser uma formação cultural mais ampla e, nesse cenário, o autor aponta esse livro como uma leitura recomendável para docentes de química. Destacando a importância da interdisciplinaridade no processo de ensino, visando diversificar a cultura do ensino, ampliando assim os métodos pedagógicos a serem abordados.

O presente trabalho tem como finalidade expor uma metodologia de experimentação investigativa da construção de pilhas caseiras a partir do uso de limões e batata inglesa, pautada na formação de um aluno ativo, colaborativo e interativo agindo ora em espaço offline e ora online. As inter-relações entre estes atributos foram observadas na ATD, descrita em Moraes e Galiazzi (2011).

[Santos *et al.* 2018, (06)]

De acordo com [Santos *et al.* 2018, (06)], algumas dinâmicas podem chamar a atenção do estudante, pois os estudantes gostam de vivenciar momentos novos em suas rotinas, por exemplo, atividades que exijam o foco do estudante como nesse caso a confecção de um experimento podendo ser simples, que entretém os estudantes a continuarem desenvolvendo a atividade. Por outro lado, ao abordar a experimentação investigativa, devemos mudar a ênfase que estamos acostumados a seguir, sendo que na maioria das vezes temos como objetivo chegar no resultado final do experimento, porém o principal foco deve se dar ao desenrolar da experimentação como um todo, observar e trabalhar com os conteúdos que emergem ao decorrer dos experimentos, não ficando limitado a um resultado em específico.

Segundo Motta *et al.* (2013), a experimentação investigativa favorece a indagação e tomada de consciência de possíveis equívocos a partir de objetos aperfeiçoados que permitem produzir evidências e com elas argumentação a favor ou contra o modelo explicitado pelos sujeitos em atividade investigativa. Os propositores podem avançar na compreensão de um fenômeno pelo experimento ao operar, indagar, analisar evidências, socializar e escrever, fazendo desse exercício uma prática investigativa. Muitos pensam que o experimento garante a aprendizagem, mas é na interação, na conversa, na argumentação, no falar sobre o modelo e sobre o fenômeno investigado, com imersão na linguagem que a aprendizagem é favorecida.

A inter-relação que forma no educando um perfil ativo-colaborativo. O aluno estuda o conteúdo, tanto individual quanto coletivamente. É da particularidade intrínseca de um estudante a natureza ativa no processo de construção de seu aprendizado e, como ser social, desenvolve o processo educativo por meio das interações interpessoais, o que está muito ligado às ideias de Vygotsky acerca do homem como ser essencialmente social. [Santos *et al.* 2018, (17)]

[Santos *et al.* 2018, (17)], destaca Vygotsky no momento que afirma que o indivíduo adquire seu conhecimento, já adquirido ou formado, que determina o que a criança já é capaz de fazer por si própria, e um potencial, ou seja, a capacidade de aprender com outra pessoa por suas qualificações interativas, ao meio que está inserido, ou seja, enfatizando as relações intra e interpessoais. Ocorrendo a troca de conhecimento com outros indivíduos, desta forma o professor atua como mediador, aproximando o aluno da aprendizagem que um grupo social produz.

A interação colaborativa e interativa. De acordo com Mello e Teixeira (2012), o encontro virtual pode propiciar uma aprendizagem colaborativa pela possibilidade de ampliar o tempo de troca de informações, experiências e discussões, haja vista que pode acontecer a qualquer hora e lugar. [Santos *et al.* 2018, (18)]

De acordo com [Santos *et al.* 2018, (18)], os encontros virtuais possibilitam as trocas de informações de forma simultânea, unindo muitas vezes o que seria difícil a troca de informações com pessoas que moram distantes umas das outras, outro momento que podemos mencionar foram as escolas durante momento de pandemia do Coronavírus, as quais passaram por mudanças nos seus meios, tendo que se adequar a este clima de pandemia e desenvolver aulas diferenciadas para atender melhor os estudantes, sendo de grande ajuda as ferramentas disponíveis pelos meios de comunicação principalmente as aulas online disponibilizadas via Webex internet.

Neste ano, o Prêmio Nobel de Química foi outorgado a pesquisadores que se dedicaram a investigar uma versão de bateria recarregável que revolucionou a comunicação e o trabalho em nossa sociedade, desde que ela foi introduzida pela primeira vez no mercado em 1991. [Bocchi *et al.*, 2019, (01)]

[Bocchi *et al.*, 2019, (01)], comenta acerca do Prêmio Nobel de Química de 2019 Láurea pelo Desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio, sendo que já se fez presente no mercado em 1991, podendo perceber o desempenho da evolução científica, que ao passar dos anos com o aperfeiçoamento de estudos obteve-se assim muitos resultados positivos sem esconder as partes negativas de uma vida de pesquisa, mostrando que os trabalhos e estudos existentes são para servir de apoio para o aperfeiçoamento da educação científica, pois o princípio não é derrubar uma teoria mas sim complementar com parte do seu conhecimento. Por meio, de muitos

debates, mesmo que haja polêmicas na comunidade científica, devemos ter força de vontade para seguir adiante e tendo como objetivo principal o levantamento de hipóteses de ideias, até porque as hipóteses são os fundamentos utilizados para a necessidade da busca pela verdade, ou pelo que descobrimos como verdade por meio das Ciências.

Os estudantes, tendo a plena consciência de que não se deve descartar as pilhas de forma inadequada no meio em que vive, saberão o quanto é importante a sua relação com a matéria existente à sua volta. Nessa direção, ensinar química tem sido um desafio constante no processo relacionado à formação do cidadão.
[Silva *et al.*, (2016), 08]

Desse modo [Silva *et al.*, 2016 (08)], nos salienta a importância e a preocupação da pesquisa em questão buscou por artigos que fizessem vínculo com estudos das Pilhas e Baterias voltadas principalmente ao processo educativo. Além disso, que possam ser estudados e usados principalmente pelas redes de ensino, de forma a contribuir com a formação cidadã.

Baterias recarregáveis são aquelas que podem ser reutilizadas muitas vezes pelos usuários. Isso é possível quando os processos de oxidação e redução que ocorrem nos eletrodos são reversíveis. Em nosso cotidiano, como exemplos mais comuns temos as baterias recarregáveis de chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido, comumente usada nos automóveis de motor a combustão), de hidreto metálico/óxido de níquel, de sódio/enxofre, de íons lítio, etc. [Bocchi *et al.*, 2019, (06)]

Sabemos da importância do uso de pilhas e baterias, presente no cotidiano da sociedade, as baterias e especialmente as de chumbo/ácido podem ser reutilizadas várias vezes, isso é por causa da presença de vários metais como citado por [Bocchi *et al.*, 2019 (06)], os quais possuem características que favorecem e ajudam a prolongar vida útil da bateria. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), o Brasil produz quase um bilhão de pilhas por ano.

Algumas dessas pilhas e baterias, como as de relógio, são descartáveis; outras, como as de automóveis e celulares, são recarregáveis, possuindo maior vida útil. Entretanto, todas elas, um dia, perdem sua utilidade e são descartadas, surgindo a importância da conscientização das pessoas para um descarte correto pois apesar da aparência inofensiva, as pilhas e baterias usadas e descarregadas podem causar sérios problemas ambientais, pois a presença de metais que favorecem a maior vida útil pode se tornar um grave agente contaminante para o ecossistema, deste modo várias empresas adotam como política de produção a reciclagem destes produtos para serem usadas nas matérias primas contribuindo com a natureza e reduzindo os custos de produção. Na Política Nacional de Resíduos Sólidos (art. 33, inciso II da Lei nº 12.305/10): “São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza

urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de (...) pilhas e baterias.

Ao discutir eletroquímica no ensino médio, também se pode conectar tal discussão a temas transversais importantes. Dentre esses temas, pode-se realizar uma relação das pilhas e o meio ambiente e assim destacar que pilhas comuns, muitas vezes, são eliminadas inadequadamente. Os resíduos existentes nas pilhas como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos são considerados de natureza tóxica à saúde e ao meio ambiente. [Silva *et al.*, 2016, (07)]

Assim como descrito por [Silva *et al.*, 2016 (07)], observamos a importância de abordar este tema em sala de aula para alertar os estudantes a respeito dos resíduos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente, e por outro lado informar a respeito da legislação, bem como formar cidadãos conscientes. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, existem normas a serem observadas e seguidas como a Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008 propõe a redução da quantidade de metais pesados em pilhas, baterias e produtos que as contenham com a diminuição dos teores de chumbo, de cádmio e de mercúrio; assim, ao serem descartados, apresentaram menor risco à saúde humana e ao meio ambiente. Os importadores, fabricantes nacionais e recicladores de pilhas e baterias vinculados a planos de gerenciamento desses resíduos são obrigados a preencher, anualmente, o formulário “Pilhas e Baterias” do Relatório Anual de Atividades. Essa exigência aplica-se a pilhas e baterias e contenham os seguintes componentes: Chumbo-ácido, Dióxido de manganês (alcalina), Níquel-cádmio, Óxido de mercúrio, Zinco carbono (zinco-manganês).

Considerando a necessidade de minimizar os impactos ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias, o Ministério do Meio Ambiente, por meio da lei busca as melhores alternativas sempre visando a necessidade de reduzir, tanto quanto possível, a geração de resíduos. Desta forma as empresas geradoras de pilhas e baterias geralmente possuem recicladoras em seus processos de produção ou parcerias com recicladoras que lhe fornecem matérias primas, pois no Brasil é vantajoso para as empresas receber na troca de novas encomendas, pois as baterias ou pilhas que já não possuem mais funcionalidade para o cliente, as sucatas como são popularmente conhecidas no meio industrial tem seu papel na geração de novas matérias primas por meio do processo de reciclagem, fomentando um sistema de produção mais limpa, reduzindo a quantidade de resíduos uma vez que são reciclados, estimulando assim, o desenvolvimento de técnicas e processos limpos na produção de pilhas e baterias produzidas no Brasil.

Segundo Carneiro 2017, estima-se que 99,3% do chumbo comercializado no Brasil são destinados à produção de baterias automotivas, no entanto, não há no país jazidas de chumbo

suficientes para a demanda necessária, aumentando assim, as exportações desse metal. Esse fato, segundo a Battery Council International leva também o Brasil a reciclar, ou melhor, recuperar 98% das baterias fabricadas, tornando o país um dos maiores recicladores desse produto, sendo que atualmente as baterias Chumbo-Ácido contêm de 60-80% de chumbo reciclado. Outra vantagem da reciclagem é que a extração do metal contido na sucata requer menos energia do que o processamento a partir do minério.

Pensando deste modo preparamos uma sequência didática (SD) (que emerge no processo de pesquisa como desdobramento desse trabalho, uma vez que a intenção é colaborar acerca do entendimento da temática pilhas e baterias em Educação em Ciências), mapeada e dividida em sete encontros onde falamos e levantamos questões sobre pilhas e baterias, resgatando as discussões que foram abordadas ao decorrer do trabalho, fazendo com que haja uma roda de conversa com os estudantes, onde todos possam interagir e fazer perguntas, sugestões e interações com propostas voltadas ao tema. A Sequência Didática (SD) é uma forma de organizar, metodologicamente, de forma sequencial, o modo de executar as atividades. Assim ajudando a melhorar a educação e a interação do professor com os alunos, em relação aos assuntos propostos pelo professor pesquisador.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Pilhas e Baterias

5.1. OBJETIVOS:

- perceber o entendimento dos alunos sobre pilhas e baterias;
- reconhecer as propriedades físico-químicas das pilhas e baterias;
- identificar fatores energéticos, econômicos, tecnológicos e ambientais acerca das pilhas e baterias;
- entender os problemas ambientais ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias;
- trabalhar a interdisciplinaridade para reforçar o ensino de química potencializando a construção do pensamento crítico;
- proporcionar a inserção da linguagem na sala de aula em Educação em Ciências;
- contribuir no desenvolvimento da construção da cidadania.

5.2. PROPOSTA METODOLÓGICA:

A proposta metodológica é ancorada no educar pela pesquisa, bem como na abordagem da temática freiriana, sendo o tema escolhido - pilhas e baterias. A proposta de planejamento é orientada ao Ensino Médio. Por isso, no desenvolvimento da sequência didática foram planejados sete encontros, principalmente, procurando construir esse caminho do educar pela pesquisa ancorado no questionamento, na construção de argumentos e na comunicação (DEMO, 1998; GALIAZZI, 2003; MORAES, RAMOS, GALIAZZI, 2004).

1º Encontro:

A intenção é propor uma apresentação individual de cada estudante, buscando assim compreender melhor o perfil desses estudantes. Após isso, será entregue um questionário na forma de pergunta ou desenho: no sentido de que os estudantes consigam expressar seus entendimentos acerca do tema pilhas e baterias.

Os estudantes deverão saber os conhecimentos acerca das pilhas e baterias para poder reconhecer as funções das mesmas, desta forma discutir por meio de uma roda de conversa com os alunos como as pilhas e baterias são importante para a atualidade e como ocorrem os processos químicos dentro das pilhas e baterias, após esse momento organizar os alunos em grupos no sentido de desenvolverem as atividades.

Posteriormente, será proposto a indagação de várias perguntas para fomentar esse momento, tais como: O que entendem por pilhas e baterias? E como isso está relacionado com seu dia-a-dia?”. Este questionamento servirá para entender qual o grau de entendimento dos estudantes a respeito do assunto, norteando assim o rumo dos próximos encontros. Visando implantar os estudos de referências teóricas de pesquisa em Educação Química.

2º Encontro:

Nesse encontro seria proposto a realização de uma visita técnica na empresa Baterias Real (localizada na cidade de Realeza/PR), por exemplo. Para que os estudantes conhecessem os processos e a realidade da confecção das baterias, podendo ser abordado diferenciados assuntos tais como mostrar também como ocorre a reciclagem de pilhas e baterias, para que os estudantes conheçam a constituição dos elementos presentes nas baterias, nesse momento será importante a mediação do professor ou colaborador da empresa, exemplificando os componentes, assim como mostrando a função de cada parte que constitui as baterias, para

as pilhas poderia ser levado algumas amostras para ser discutido em sala de aula seu funcionamento e constituição.

Resgatando as situações descritas nos referenciais teóricos, formando um embasamento para abordar as questões de cunho ambiental envolvendo questões ambientais e as diretrizes de leis que ajudam no combate à contaminação de solos e rios que prejudicam os seres que se encontram neste ambiente. Acrescentando à aula, uma troca de conhecimento entre alunos e professores, de modo a instigar a participação da turma fazendo perguntas, interagindo, um momento muito importante para a formação acadêmica.

3º Encontro:

Desenvolver slides levando em consideração material didático de fontes confiáveis, adicionamos imagens, vídeos e simulador. Tornando a aula mais dinâmica, durante o desenvolvimento dessas aulas, reformulamos conceitos equivocados, para desta forma passar um conteúdo confiável e coerente.

4º Encontro:

Nesse encontro buscaremos abordar o assunto pilhas e baterias por meio de uma proposta de experimentação, que se implicará na confecção de células de energia, ou seja, bateria Artesanal com Latinhas, utilizando materiais acessíveis, recicláveis, como latinhas, fio de cobre, sal de cozinha, água destilada, com intuito de produzir uma bateria artesanal capaz de ligar equipamentos de baixa corrente. Experimento esse de fácil confecção para ser desenvolvido em sala de aula. Essa temática tem por objetivo desenvolver a criatividade e propostas didáticas em Educação Química.

Como sabemos, se tratando de Química podemos citar várias áreas que fazem parte deste campo, por exemplo, a eletroquímica. Algo que nos traz conhecimento sobre a eletricidade são fatores de oxidação e redução, fenômenos em que as reações fazem transferência de elétrons entre os átomos simultaneamente. Onde o agente oxidante irá sofrer redução e o agente redutor vai sofrer oxidação.

A eletroquímica envolve todos os processos químicos que necessitam de transferência de elétrons, uma pilha, bateria ou células galvânicas podem ser exemplos de reações de oxirredução espontânea produzindo correntes de elétrons, no caso uma bateria artesanal produzida com latinhas de alumínio.

Materiais utilizados

- 5 latinhas de alumínio;
- Prendedor de metal;
- Fio de cobre;
- Papel toalha;
- Uma colher;
- Um Becker;
- Voltímetro;
- Motorzinho de carrinho de brinquedo.

Reagentes:

- Sal de cozinha NaCl ;
- Água destilada.

Procedimento experimental:

Com o auxílio de uma faca e uma lima, retiramos a parte superior das latas, em seguida lixamos as bordas para retirar a superfície áspera da lata, para evitar cortes nas mãos, descascamos os fios de cobre utilizados como condutores de corrente, os fios de cobre foram enrolados no papel toalha, deixando as pontas se enrolar, o fio foi embrulhado novamente com outra camada de papel toalha, para evitar possíveis contatos com a lata de alumínio evitando assim a possível troca de elétrons, adicionou-se na lata duas colheres de sal de cozinha e água destilada até faltar mais ou menos um dedo para chegar à superfície, esse procedimento foi repetido para todas as latas, no caso cinco vezes, em seguida conectou-se os polos positivos, nesse caso o fio de cobre de uma latinha no polo negativo que seria o alumínio da lata ao lado na parte superior, com dois prendedores de metal foram colocados nas partes livres das latas, uma no fio de cobre e outra na lata de alumínio, com o auxílio de um voltímetro, verificamos a voltagem da bateria, em seguida testamos em uma lâmpada de LED e em um motor de carrinho de brinquedo.

Resultados e discussões:

Uma oxidação se referia a uma reação com o oxigênio, onde ele é incorporado à espécie química. Um exemplo desse conceito que foi observado empiricamente são os processos de corrosão, onde a oxidação de um metal, como o ferro, produz o seu óxido. Por outro lado, uma redução originalmente era considerada uma reação de extração de um metal a partir do seu óxido pela reação com hidrogênio, carvão ou monóxido de carbono. Atualmente o conceito de reação de oxirredução é muito mais abrangente e não está relacionada com a presença do oxigênio na reação, mas sim com a transferência de elétrons que ocorre entre as espécies envolvidas. Como já dito anteriormente, uma reação de oxirredução é constituída de uma reação de oxidação e de uma reação de redução que ocorrem simultaneamente.

Dessa forma, em uma reação de oxidação, ocorre a perda de elétrons pela espécie reagente produzindo uma espécie química oxidada, enquanto que uma reação de redução ocorre o ganho de elétrons pela espécie reagente produzindo uma espécie química reduzida. Em íons monoatômicos pode ser fácil definir se a reação ocorre com ganho ou perda de elétrons com base na mudança da sua carga, porém, para compostos poliatômicos essa análise pode não ser tão simples. Para isso foi convencionado a utilização do que se chama número de oxidação (nox). A variação do número de oxidação auxilia na determinação da transferência de elétrons entre as espécies de uma reação.

Quando uma reação de oxirredução ocorre espontaneamente, a energia liberada é utilizada para executar trabalho elétrico. As células voltaicas ou galvânicas são tipos de aparelhos ou dispositivos onde este trabalho elétrico é produzido espontaneamente a partir da transferência de elétrons através de um circuito externo. Estas células receberam os nomes dos cientistas que estudaram e desenvolveram estes equipamentos, Luigi Galvani (1737-1798) e Alessandro Volta (1745-1827). uma célula voltaica espontânea, os elétrons fluem do anodo para o catodo, consequentemente, o anodo é negativo e o catodo é positivo. Os elétrons não conseguem fluir através da solução, eles têm que ser transportados por um fio externo

De acordo com alunos da Escola do SESI de Campo Grande ao produzir o experimento da bateria caseira, chegaram ao resultado que uma reação química ocorrida entre o alumínio da lata, o oxigênio do ar e a água. O sal e o fio de cobre apesar de estarem inseridos no processo não fazem parte desta. O sal quando adicionado em água ele é apenas dissociado em Na^+ e Cl^- , isso faz com que haja mobilidade desses íons em solução aquosa, fazendo com que ocorra a

condução de energia elétrica. Desta forma o sal torna a água boa condutora de energia, pois quando o sal é dissolvido os íons são separados. O oxigênio presente no ar estimula os elétrons a se movimentarem, gerando a corrente elétrica.

Os fios de cobre servem para conduzir a corrente elétrica, garantindo o fluxo de elétrons entre os eletrodos. Ao verificar a voltagem com o voltímetro encontrou-se uma certa capacidade de volts necessária para ligar a lâmpada de LED e o motorzinho, observou-se que o eletrodo negativo o ânodo cedeu elétrons para o eletrodo positivo o cátodo. O ânodo é o alumínio onde ocorreu a perda de elétrons (oxidação), do cobre foi o cátodo onde ocorreu o ganho de elétrons (redução).



Fonte: imagem disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/T355v2v0SK8/maxresdefault.jpg>, acesso em 28 de fevereiro de 2022.

5º Encontro: proposta de divulgação científica

Nesse encontro podemos trabalhar as diferentes propostas para divulgar os trabalhos realizados ao decorrer das aulas bem como as baterias artesanais desenvolvidas na aula anterior. Porém, precisa ser levado em conta alguns aspectos, como:

*Qual o público alvo do projeto?

*Quais as noções de conhecimentos prévios que o público tem em relação ao tema?

*Quais os conceitos que vão ser divulgados?

* Este trabalho pretende contribuir para a propagação de conhecimento?

Existem várias propostas de divulgação, dentre as quais pode ser citado pôsteres, banners, apresentações de vídeos, panfletos, totens, maquetes, jogos didáticos, experimentos, textos, jornais, músicas, teatros, entre outros. Após a escolha das ferramentas que irão constituir o momento pedagógico, torna-se importante a divulgação do evento e o local, visando a divulgação para demais turmas da escola, algo que seria interessante o compartilhamento desse momento.

6º Encontro: Feira de Ciências na escola

O intuito é promover o interesse dos estudantes em conhecer diferentes propostas de aprendizagem, e conheçam as etapas de uma pesquisa e a importância de registrar todos os momentos sem que haja a preocupação de haver ou não expectativas de grande proporção com relação ao evento. A Feira de Ciências pode ser simples, poderia ser esquematizada uma feira utilizando resíduos eletrônicos para confecção de novos materiais, porém deve haver o planejamento prévio das etapas de organização para que se possa ter um bom proveito desse momento.

Segundo Tenfen *et al.* (2018), traz contribuições que acredito serem de suma importância para que uma Feira de Ciências na escola possa ocorrer com fluidez e de maneira proveitosa, deve ser levado em considerações algumas etapas como:

- (1) despertar o gosto pela Ciências;
- (2) aplicar as etapas do método científico;
- (3) registrar as descobertas ou os modelos científicos;
- (4) preparação para apresentar ao meio público;
- (5) estruturação da Feira de Ciências.

7º Encontro: Avaliação

Esse último encontro será reservado aos estudantes, com a finalidade de elaborar um relatório contendo os itens: objetivos; materiais; procedimentos; resultados; conclusões;

bibliografia. A avaliação pretende ser de forma processual no sentido de que os estudantes argumentam acerca dos momentos vivenciados nas aulas bem como a importância dessas questões na sociedade tanto na economia como nos seus efeitos na natureza. A organização da avaliação deve englobar todas as aulas não buscando apenas chegar em uma única análise final se o objetivo final foi ou não alcançado a proposta de avaliação tem um momento final em forma de encontro, porém serão analisados todos os momentos vivenciados pelos alunos não se restringindo a apenas um momento. Os alunos realizarão uma produção textual, com o intuito de verificar a aprendizagem dos conteúdos e conceitos identificados na construção da bateria artesanal produzida com latinhas de alumínio, sendo recolhidas nesta etapa as produções textuais como material a ser analisado.

Também será proposto criar uma situação-problema acerca de pilhas e baterias, por exemplo, como deve se proceder com o descarte e o destino de pilhas de controles remotos, pilhas de relógios, baterias de celulares, baterias de automóveis, enfim todos os tipos de pilhas e baterias que garantem funcionamento de materiais que necessitam de uma fonte de energia. Fomentando a pesquisa das legislações e leis específicas que abordam estes temas. Por isso, é importante lembrar de colocar em pauta as consequências que podem ocorrer pelo descarte inadequado, após o fim da sua vida útil, pois possuem contaminantes como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos que são tóxicos. É importante desenvolver a temática em sala de aula, a fim de construir com os alunos os cuidados específicos em relação aos descartes incorretos.

A partir desse movimento será proposto a organização do debate a respeito de temas pré-definidos de interesse da turma, onde os estudantes serão separados em grupos e deverão defender posições a favor e contrária ao assunto. Deste modo, os estudantes serão instigados a mostrarem seu ponto de vista e defenderem sua ideia com base em argumentos, sendo esse momento de estudo, de pesquisa, de escrita, de leitura, etc. – em materiais diversos (livros, revistas, sites, jornais, entre outros recursos).

O objetivo dessa proposta é desenvolver a linguagem (escrita, leitura, fala, argumentação, etc.), uma vez que o debate também tem papel fundamental de proporcionar aos estudantes a escuta atenta aos seus posicionamentos em relação ao assunto, procurando criar alternativas para o estudo relacionado ao desenvolvimento intelectual do estudante, procurando construir um espaço interdisciplinar.

RECURSOS:

1. Modelos didáticos: auxiliarão na explicação e ainda os alunos terão uma visão mais de perto do assunto;
2. Quadro: para servir como um apoio na explicação do conteúdo;
3. Vídeos ou simuladores educativos;
4. Experimentos de confecção de pilhas e baterias artesanais;
5. Livros, revistas, sites, jornais, etc.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A QNEsc é um importante processo de publicização do conhecimento na área da Educação em Ciências. O tema pilhas e baterias, vem sendo abordado numa perspectiva em sala de aula, o que nos apropriou de diversas formas de abordagens, que ajudaram a entendermos e compreendermos como a temática pilhas e baterias se articula nos processos de aprendizagem da nossa atualidade podendo ser explorada no convívio da sala de aula, isso mostra a possibilidade de professores e alunos construírem visões mais críticas do mundo à sua volta.

As diversas formas de enxergamos o mundo nos leva a acreditar que a abordagem que a revista Química Nova na Escola vem publicizando a respeito das pilhas e baterias, juntamente com a Educação Química, são caminhos que podem andar juntos sensibilizando os estudantes a mudança de hábitos, garantindo um manejo adequado dos descarte das pilhas e baterias. Acreditamos que é de suma importância trabalhar essas questões em sala de aula, o que leva os estudantes a construírem o papel de se tornarem cidadãos conscientes, éticos e preocupados com o futuro.

A análise nos permitiu compreender como a utilização de diversas formas de abordagens contribuem e se articulam nos processos de aprendizagem. Consideramos que ao utilizarmos o tema pilhas e baterias dentro de sala de aula nos auxilia por meio de problemas iniciais da vivência dos estudantes a construirmos um caminho de aprendizado, também que a formação de novos profissionais de Licenciatura em Química, deve ter a preocupação com essas ações, promovendo abordagens que possibilitem comunicação entre as diversas áreas do conhecimento, sempre buscando alternativas na construção do conhecimento.

Nesse sentido, consideramos que essa temática é de grande importância para a sociedade, principalmente, no ambiente escolar, permitindo olhar para situações diárias que acabam passando despercebidas, e podem trazer danos à saúde e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. Campinas (SP): Autores Associados, 1998. 129p.
- GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela Pesquisa** – ambiente de formação de professores de Ciências. Ijuí: Editora da Unijuí, 2003. 288p.
- GONÇALVES, Fábio Peres. Experimentação e Literatura: Contribuições para a Formação de Professores de Química. **Química Nova na Escola**. Vol. 36, N° 2, p. 93-100, 2014.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel; GALIAZZI, Maria do Carmo. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). **Educação em Ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores**. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2004. p. 85-108.
- MÓL, Gerson de Souza; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi; SOUZA, Francislê Neri. Tecnologias da Informação em Educação: Dificuldades e perspectivas para a pesquisa no ensino de química no Brasil. **Indagation Didactica**, vol. 5(2), outubro, 2013.
- TENFEN, Wagner; TENFEN, Danielle Nicolodelli; CORÁ, Elsio José. Pesquisa na Escola: A Investigação Científica na Educação Básica. **Gráfica e Editora Copiart**, p. 30- 37, Tubarão-SC, 2018.
- RAMOS, Maurivan Güntzel; MASSENA, Elisa Prestes ;MARQUES, Carlos Alberto. Química Nova na Escola – 20 anos: Um Patrimônio dos Educadores Químicos. **Química Nova na Escola**. São Paulo-SP, BR. Vol. 37, N° Especial 2, p. 116-120, 2015. Disponível em: < [DOI:[HTTP://DX.DOI.ORG/10.5935/0104-8899.20150057](http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150057)],>. Acesso em: 01 de set. de 2022.

RESOLUÇÃO CONAMA n° 401, de 4 de novembro de 2008 Publicada no DOU n° 215, de 5 de novembro de 2008, Seção 1, página 108-109.

PAULA, Adriana Chilante; HARRES, João Batista Siqueira. **Teoria e Prática no “Educar Pela Pesquisa”**: Análise de Dissertações em Educação em Ciências, Editora Unijuí, Maio/Ago.2015. Disponível em:
<<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/4390/4853>>.
Acesso em: 05 de nov. de 2022.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Rede São Paulo de formação de docentes Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP Ensino Fundamental II e Ensino Médio, 2012. Energia elétrica e reações químicas. Disponível em:
<:HTTP://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46363/4/2ed_qui_m4d7.pdf>.
Acesso: 01 de Set. de 2022.

PAULO FREIRE. PENSADOR. [S.l]. Disponível em: <(https://www.pensador.com/autor/paulo_freire/)>. Acesso em: 06 de dez. de 2022.

SISTEMA FIEMS. SESI, 27 DE NOV. DE 2018. **Alunos da Escola do Sesi de Campo Grande produzem bateria caseira**. Disponível em:
<(https://www.fiems.com.br/noticias/alunos-da-escola-do-sesi-de-campo-grande-produzem-bateria-caseira/27722)>. Acesso: 06 de dez. de 2022.

APÊNDICE A:**Tabela 1:** Artigos publicados na Revista QNEsc nos últimos 10 anos com a temática pilhas e baterias.

Ano da Edição	Mês	Quantidade de artigos	Título dos artigos
2012	Fevereiro	–	–
2012	Maio	–	–
2012	Agosto	2	1)Os Alótropos do Estanho: Ocorrência Do Estanho α e as Novas Soldas sem Chumbo Usadas em Eletrônicos 2)COBRE
2012	NOVEMBRO	—	—
2013	F FEVEREIRO	—	—
2013	MAIO	2	1)Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula 2)Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo
2013	AGOSTO	—	—
2013	NOVEMBRO	—	—
2014	FEVEREIRO	1	História da Ciência nos Livros Didáticos de Química: Eletroquímica como Objeto de Investigação
2014	MAIO	—	—

2014	AGOSTO	—	—
2014	NOVEMBRO	01	Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”
2015	FEVEREIRO	—	—
2015	MAIO	—	—
2015	JULHO	—	—
2015	AGOSTO	—	—
2015	NOVEMBRO	01	Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a “Força” dos Ácidos
2015	DEZEMBRO	—	—
2016	FEVEREIRO	—	—
2016	MAIO	01	Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014
2016	AGOSTO	01	Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa
2016	NOVEMBRO	—	—

2017	FEVEREIRO	02	Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens; Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos
2017	MAIO	01	Ensino de Química e a Ciência de Matriz Africana: Uma Discussão Sobre as Propriedades Metálicas
2017	AGOSTO	—	—
2017	NOVEMBRO	01	Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio
2018	FEVEREIRO	01	Discutindo o contexto das definições de ácido e base
2018	MAIO	—	—
2018	AGOSTO	—	—
2018	NOVEMBRO	02	Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica'; Uma Sequência Investigativa Relacionada à Discussão do Conceito de Ácido e Base
2019	FEVEREIRO	—	—
2019	MAIO	—	—
2019	AGOSTO	01	Ácidos e Bases nos Livros Didáticos: Ainda Duas das Quatro Funções da Química Inorgânica?

2019	NOVEMBRO	01	Prêmio Nobel de Química de 2019 Láurea pelo Desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio
2020	FEVEREIRO	01	Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio
2020	MAIO	—	—
2020	AGOSTO	—	—
2020	NOVEMBRO	01	Corrosão no ensino de Química: uma análise dos artigos publicados em <i>Química Nova na Escola</i>
2021	FEVEREIRO	—	—
2021	MAIO	—	—
2021	AGOSTO	01	Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica
2021	NOVEMBRO	—	—
2022	FEVEREIRO	—	—

APÊNDICE B:**A Tabela 2.0:** Artigos selecionados no processo de análise exploratória.

Ano da Edição	Autores	Título dos artigos	Palavras-chave	Resumo
2013	Elen R. Sartori Vagner B. dos Santos Aline B. Trench Orlando Fatibello-Filho	Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo.	célula eletrolítica, oxidação, redução, célula.	Uma célula eletrolítica é constituída de dois eletrodos – o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo) –, mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito, e ainda por uma fonte externa que fornecerá energia a essa célula, produzindo reações de oxidação e redução não espontâneas nos eletrodos.

2016	<p>Roberta Maria da Silva</p> <p>Renato César da Silva</p> <p>Mayara Gabriela Oliveira de Almeida</p> <p>Kátia Aparecida da Silva Aquino</p> <p>Relatos de Sala de Aula</p>	<p>Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica : A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa</p>	<p>eletroquímica, cinética química, aprendizagem significativa</p>	<p>por estudantes do ensino médio, a construção de pilhas naturais com laranjas e as diferenças de potencial foram mensuradas em distintas condições experimentais geralmente conceitos de eletroquímica e cinética química parecem não possuir qualquer relação para o estudante. Neste trabalho, apresentaremos uma forma alternativa de abordagem dos conceitos de eletroquímica e que busca, nos conceitos de cinética, o aporte necessário para uma discussão mais integrada. Para isso, foi realizada, mais. A ação foi baseada no modelo teórico da aprendizagem significativa que trata do movimento de interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.</p>
------	---	--	--	---

2018	<p>Tamara N. P. Santos</p> <p>Carlos H. Batista</p> <p>Ana P. C. de Oliveira</p> <p>Maria C. P. Cruz</p> <p>Relatos de Sala de Aula</p>	<p>Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica ; Uma Sequência Investigativa Relacionada à Discussão do Conceito de Ácido e Base</p>	<p>eletroquímica, experimentação, pilhas caseiras.</p>	<p>A Eletroquímica é um conteúdo desafiador para o ensino de Química. No contexto de uma era na qual predomina a Tecnologia da Informação e Comunicação, estudantes devem e podem desenvolver habilidades e competências voltadas a este desafio, de forma ativa. A presente pesquisa objetiva expor uma metodologia experimental investigativa, utilizando materiais de baixo custo e não tóxicos, a exemplo de limões e batatas do tipo inglesa, de tal maneira que os alunos se voltem à experimentação para a construção de pilhas bioquímicas. A experimentação abordada é bem fundamentada na literatura, o diferencial é a metodologia proposta envolver uma abordagem didática desafiadora para alunos nativos digitais. Os alunos do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Sergipe puderam entender o porquê de acender um diodo de 1,5 V num conjunto de pilhas, sob mediação do professor. Os discursos escritos pelos educandos foram analisados utilizando a Análise Textual Discursiva (ATD). As inter-relações entre alunos ativos, colaborativos e interativos potencializam as aprendizagens por desenvolver um efeito sinérgico na construção do conhecimento.</p>
2019	<p>Nerilso Bocchi</p> <p>Sônia R. Biaggio</p> <p>Romeu C. Rocha-Filho</p> <p>Atualidades em Química</p>	<p>Prêmio Nobel de Química de 2019 Láurea pelo Desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio</p>	<p>Prêmio Nobel, baterias de íons lítio, baterias recarregáveis, compostos de intercalação</p>	<p>Nerilso Bocchi, Sonia R. Biaggio e Romeu C. Rocha-Filho O Prêmio Nobel de Química de 2019 foi outorgado aos pesquisadores que desenvolveram as baterias de íons lítio. Neste artigo, além de se relatar breves biografias dos laureados, são explicadas as contribuições de cada um deles que levaram à comercialização dessas baterias a partir de 1991.</p>

2020	Nerilso Bocchi Sônia R. Biaggio Romeu C. Rocha-Filho	Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio	ENEM, eletroquímica, experimentação	do Ensino Médio. Este artigo apresenta dois kits experimentais contendo pilhas comerciais e células galvânicas alternativas, que podem ser facilmente reproduzidos por professores da Educação Básica, juntamente com seus alunos. O material utilizado para montagem dos kits é acessível e de baixo custo. Esta proposta foi desenvolvida tendo como foco uma questão de eletroquímica do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) realizado em 2017. A referida questão envolveu a utilização de duas células galvânicas em série (bateria) para acender uma lâmpada led (diodo emissor de luz) azul. A partir da análise dos microdados do ENEM, disponíveis no portal do Instituto Nacional Anísio Teixeira (INEP), foi possível obter as respostas de todos os participantes na prova de Ciências da Natureza do ENEM 2017. Apenas 18,96% acertaram a alternativa correta.
------	--	--	-------------------------------------	---

APÊNDICE C:

A Tabela 3.0: Parágrafos selecionados nos três artigos.

Sequência	Resumos	Palavras-chave
artigo Sartori <i>et al.</i> ,(2013)	Construção de Uma Célula Eletrolítica para o Ensino de Eletrólise a Partir de Materiais de Baixo Custo	
Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 01	Uma célula eletrolítica é constituída de dois eletrodos – o ânodo (potencial positivo) e o cátodo (potencial negativo) –, mergulhados em uma solução aquosa ou solvente contendo íons, conhecida como eletrólito, e ainda por uma fonte externa que fornecerá energia a essa célula, produzindo reações de oxidação e redução não espontâneas nos eletrodos. À medida que energia elétrica é fornecida por uma fonte, elétrons percorrem o circuito elétrico, passando do ânodo, onde ocorrerá a oxidação, para o cátodo, onde ocorrerá a redução, por um fio externo.	célula eletrolítica, reações de oxidação e redução
Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 02	Para manter a neutralidade elétrica, os íons positivos (cátions) movem-se através do eletrólito na direção do cátodo, e os íons negativos (ânions), na direção do ânodo. Esse processo constitui uma reação de oxidação-redução e a soma das duas semi reações nos eletrodos é a reação global na célula eletrolítica. Por convenção, o eletrodo com carga negativa na célula eletrolítica é denominado cátodo, enquanto o carregado positivamente é chamado ânodo, o oposto ao encontrado numa célula galvânica (ex. bateria).	neutralidade elétrica, cátodo íons negativos (ânions).
Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 03	Quando uma espécie (átomos, íons ou moléculas) perde elétrons, diz-se que foi oxidada e seu estado de oxidação atinge valores maiores. Por outro lado, quando uma espécie recebe elétrons, diz-se que ela foi reduzida e seu estado de oxidação diminui. Ambos os processos ocorrem simultaneamente: os elétrons recebidos pela espécie que se reduz serão cedidos pela espécie que está sofrendo oxidação. As reações químicas que ocorrem durante a eletrólise podem ser observadas nas proximidades dos eletrodos (Atkins e Jones, 2006; Masterton et al., 1990).	átomos, íons e moléculas.

Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 04	As leis da eletrólise foram estabelecidas por Michael Faraday. Elas demonstram que a quantidade de produto formado ou reagente consumido pela eletrólise deve ser diretamente proporcional à corrente que flui pela célula eletrolítica (Masterton et al., 1990). O mol é a unidade associada com a quantidade de átomos, moléculas, íons e ou elétrons. É definido como a quantidade de matéria de átomos de carbono em exatamente 12 g do isótopo 12 do carbono (^{12}C), sendo estabelecido como $6,02214 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ é conhecido como constante de Avogadro (Masterton et al., 1990).	eletrólise, Michael Faraday, célula eletrolítica.
Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 05	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.	interdisciplinaridade,
Sartori <i>et al.</i> ,(2013) 06	Dessa forma, neste trabalho, propõem-se a construção de uma célula eletrolítica, sua aplicação na eletrólise de uma solução de iodeto de potássio, a determinação da quantidade de cada espécie formada em cada eletrodo, bem como o cálculo da constante de Avogadro, empregando-se materiais alternativos simples e facilmente disponíveis no cotidiano.	construção de uma célula eletrolítica, materiais alternativos
Artigo Silva <i>et al.</i> ,(2016)	Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa	
Silva <i>et al.</i> ,(2016) 01	A eletroquímica é um tema discutido na disciplina de química e, no ensino médio, tem como principal objetivo estudar sistemas químicos a) capazes de fornecer trabalho elétrico a partir de reações de oxirredução, que é um processo conhecido como pilhas e b) que utiliza a energia elétrica para produzir reações químicas, que é um processo conhecido como eletrólise.	eletroquímica, pilhas, reações químicas.
Silva <i>et al.</i> ,(2016)02	Nos estudos de Alessandro Volta, que tomou como base os experimentos e as teorias de Galvani, foram utilizados diferentes discos de metais (Cu/Sn ou Zn/Ag) empilhados e conectados com pedaços de papel umedecidos em solução salina. Dessa maneira, o cientista conseguiu encontrar o método para a geração de corrente elétrica e estabeleceu evidências para a existência da eletricidade por meio da construção da pilha – que vem do empilhamento dos discos. Em sua homenagem, a pilha passou a ser conhecida como voltaica. Segundo Oki (2000):	teorias de Galvani, empilhamento.

<p>Silva <i>et al</i>,(2016) 03</p>	<p>Este nome relacionava-se com a palavra ‘empilhamento’, que caracterizava o modo como eram arrumados os diferentes metais neste dispositivo. Tal artefato, primeiro gerador eletroquímico, era capaz de produzir uma corrente elétrica contínua cuja intensidade dependia da natureza do metal usado, além do tamanho e número de chapas metálicas alternadas na pilha. Este fato possibilitou a realização de experimentos reprodutíveis e novos estudos eletroquímicos. Entretanto, somente muito mais tarde compreendeu -se que nestes equipamentos estava ocorrendo uma reação química e que a energia liberada quando o processo químico acontecia se manifestava na forma de corrente elétrica.</p>	<p>gerador eletroquímico, corrente elétrica, experimentos.</p>
<p>Silva <i>et al</i> ,(2016) 04</p>	<p>No entanto, no ensino médio, o tema eletroquímica ainda permite algumas confusões. Ogude e Bradley (1996) registraram as principais dificuldades em torno da compreensão de conceitos relacionados à eletroquímica como ânodo, cátodo, eletrodos positivo e negativo, etc.</p>	<p>ensino médio, eletrodos positivo e negativo.</p>
<p>Silva <i>et al</i>,(2016) 05</p>	<p>O que mais se observa nas experiências de professores que discutem esse tema em sala de aula são as dificuldades dos estudantes em entender os processos de fluxo de elétrons e a condução de elétrons em sistemas eletrolíticos.</p>	<p>sala de aula, fluxo de elétrons e a condução de elétrons.</p>
<p>Silva <i>et al</i> ,(2016) 06</p>	<p>A deposição de um metal sobre um eletrodo, geralmente, leva os estudantes a terem a ideia de que os opostos se atraem e não que uma reação de oxirredução possa acontecer. Uma boa inferência sobre tais situações é a de que eles trazem consigo os conhecimentos prévios que, muitas vezes, fazem mais sentido do que os aprendidos em sala de aula. Para o tema eletroquímica, em especial, o conhecimento prévio pode não ser considerado como uma variante facilitadora, pois estes criam obstáculos para entender os conceitos de oxidação e redução devido ao conhecimento funcional de pilhas, por exemplo. Para eles, é comum adotar o conceito de redução à diminuição ou perda. No entanto, esse conceito refere-se ao ganho de elétrons em uma reação</p>	<p>reação de oxirredução, obstáculo epistemológico.</p>

	que resulte na redução química. Com isso, os estudantes enfrentam o que Bachelard (1996) denomina de um obstáculo epistemológico.	
Silva <i>et al</i> , (2016) 07	Ao discutir eletroquímica no ensino médio, também se pode conectar tal discussão a temas transversais importantes. Dentre esses temas, pode-se realizar uma relação das pilhas e o meio ambiente e assim destacar que pilhas comuns, muitas vezes, são eliminadas inadequadamente. Os resíduos existentes nas pilhas como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos são considerados de natureza tóxica à saúde e ao meio ambiente.	resíduos, ensino médio e meio ambiente.
Silva <i>et al</i> , (2016) 08	Os estudantes, tendo a plena consciência de que não se deve descartar as pilhas de forma inadequada no meio em que vive, saberão o quanto é importante a sua relação com a matéria existente à sua volta. Nessa direção, ensinar química tem sido um desafio constante no processo relacionado à formação do cidadão.	estudantes, ensinar química e formação do cidadão.
Silva <i>et al</i> , (2016)09	Assim, este estudo analisa como abordar a temática eletroquímica de forma integrada com os conceitos de cinética química. Para haver uma integração entre as referidas temáticas, pode-se pensar na construção de pilhas naturais de laranjas com estágios de maturação distintos pela conservação por refrigeração. Quando se compara a diferença de potencial (ddp) gerado na pilha de frutos conservados e não conservados, temos uma ligação direta de conceitos de cinética (ação da temperatura na reação de decomposição do fruto) e eletroquímica (produção de eletricidade).	cinética química, pilhas naturais e produção de eletricidade.
Silva <i>et al</i> , (2016) 10	A análise do processo da construção dessa associação por parte dos estudantes constituiu a base deste estudo, que foi possível por meio da obtenção de conceitos e/ou palavras expostos por eles durante a socialização dos resultados, seguida de um debate em sala.	socialização dos resultados e debate em sala.
Silva <i>et al</i> , (2016)11	O trabalho de intervenção aqui descrito buscou contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades dos jovens na perspectiva de que possam fazer interferências e levantar hipóteses. Para isso, a aplicação da intervenção foi realizada em três momentos: a) no primeiro momento foi realizada, pelos estudantes em grupo, a construção de pilhas utilizando laranjas como meio eletrolítico, eletrodos de parafuso (Zn), prego (Fe) e folha de alumínio (Al) (ânodos da pilha), moeda de cobre (Cu) de cinco centavos (cátodo da pilha), fio elétrico, bico de jacaré e faca. A diferença	levantar hipóteses, construção de pilhas e diferença de potencial.

	de potencial (ddp) das pilhas foi obtida com o auxílio de um multímetro.	
Silva <i>et al</i> , (2016) 12	Esse experimento de pilhas naturais a partir de laranjas pode ser explorado como simples demonstração da transformação de energia química em energia elétrica e tal utilização mobiliza conceitos de física (corrente elétrica), química (reação redox) e biologia (ação de micro-organismos no amadurecimento ou na degradação do fruto).	pilhas naturais, energia química, energia elétrica.
Silva <i>et al</i> , (2016)) 13	Aqui podemos destacar que a possibilidade da produção de corrente elétrica se estende para outros meios e não se restringe apenas a meios industriais (pilhas comuns). Tal entendimento modifica o conhecimento prévio e o coloca em outros contextos, faz os estudantes pensarem em outras possibilidades e o conhecimento se torna bem mais elaborado e rico.	corrente elétrica, meios industriais, conhecimento.
Artigo Santos <i>et al</i> , (2018)	Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica	
Santos <i>et al</i> , (2018)) 01	Pode-se perceber, cotidianamente, a propagação do uso de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como: telefones sem fio, rádios portáteis, controles para TV, notebooks, mouses, jogos eletrônicos, relógios, agendas eletrônicas, câmeras fotográficas, aparelhos de som, entre outros. Nestes dispositivos são utilizadas pilhas ou baterias. As primeiras fornecem energia através de dois eletrodos e um eletrólito onde ocorrem reações de oxirredução espontâneas que geram corrente elétrica, também denominadas células galvânicas; as segundas são as baterias, um conjunto de pilhas voltaicas (Brown et al., 2005). Em decorrência desse fato, aumentou muito a demanda pelos dois tipos, de diversos tamanhos, a fim de atender às inúmeras exigências do mercado.	aparelhos eletroeletrônicos, reações de oxirredução e pilhas voltaicas.
Santos <i>et al</i> , (2018)) 02	O ramo da Química que estuda estas reações é a Eletroquímica, a qual discute o desenvolvimento e funcionamento das pilhas e baterias.	reações e Eletroquímica.

Santos <i>et al.</i> , (2018) 03	Os conteúdos envolvendo Eletroquímica são frequentemente mencionados por docentes e estudantes como um assunto que representa grande dificuldade no processo ensino aprendizagem. Os estudantes confundem elementos presentes nas pilhas como cátodo, ânodo, eletrodo positivo e eletrodo negativo, possivelmente, pelos detalhes muito semelhantes dessa ciência. Diante destas e outras dificuldades sentidas por alunos, pela relevância desta ciência para a humanidade, é necessário buscar métodos alternativos para facilitar o ensino e a compreensão da Eletroquímica, relacionando os fenômenos químicos com o cotidiano do aluno, associando a teoria com a prática de uma maneira contextualizada.	docentes, estudantes, eletrodo positivo e eletrodo negativo.
Santos <i>et al.</i> , (2018) 04	Neste contexto, uma experimentação investigativa quando aplicada sobre pilhas biodegradáveis, aquelas que são feitas de verduras e frutas, torna-se uma metodologia possível de ser desenvolvida, pois os alunos são dotados de concepções alternativas que, de alguma forma, foram construídas durante as suas vidas. Neste caso, essas concepções podem ser aprimoradas após uma intervenção didática que desenvolva a descoberta autônoma e mediada de concepções científicas. Esta metodologia ativa se baseia em solucionar desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (Berbel, 2011). Desta forma, estas concepções científicas construídas podem ser identificadas pela análise textual discursiva (ATD), que consiste em encontrar unidades de significados que gerem categorizações, como descrito em Moraes e Galiuzzi (2011).	pilhas biodegradáveis, concepções científicas, análise textual discursiva (ATD).
Santos <i>et al.</i> , (2018) 05	A construção de pilhas de limão e batata, nesta perspectiva, tem papel relevante no desenvolvimento social crítico do aluno, por desafiar-lo a construir seu próprio conhecimento na área de Eletroquímica, com princípios de Química Verde. Assim, na experimentação investigativa, o aluno pode desenvolver todo o seu potencial e aperfeiçoar três características significativas.	desenvolvimento social crítico e experimentação investigativa.
Santos <i>et al.</i> , (2018) 06	O presente trabalho tem como finalidade expor uma metodologia de experimentação investigativa da construção de pilhas caseiras a partir do uso de limões e batata inglesa, pautada na formação de um aluno ativo, colaborativo e interativo agindo ora em espaço offline e	metodologia de experimentação e inter-relações.

	<p>ora online. As inter-relações entre estes atributos foram observadas na ATD, descrita em Moraes e Galiuzzi (2011).</p>	
<p>Santos <i>et al.</i>, (2018)) 07</p>	<p>“A Eletroquímica é muito utilizada no seu dia a dia, por exemplo, nas pilhas, baterias, e no recobrimento de joias com ouro. O entendimento da proposta pode ser algo significativo para a compreensão de como ocorre cada processo.</p>	<p>Eletroquímica, pilhas e baterias.</p>
<p>Santos <i>et al.</i>, (2018)) 08</p>	<p>Os alunos realizaram uma produção textual, objetivando verificar a aprendizagem dos conteúdos e conceitos identificados na construção das pilhas caseiras. Nesta etapa foram recolhidas as produções textuais como material a ser analisado.</p>	<p>produção textual e aprendizagem dos conteúdos.</p>
<p>Santos <i>et al.</i>, (2018)) 09</p>	<p>Uma vez que os dados coletados se encontravam no formato de produções textuais, possibilitou-se uma fragmentação desses textos, na busca de criar categorias emergentes por meio dos fragmentos obtidos. Moraes e Galiuzzi (2011) defendem que a ATD pode ser compreendida como um processo auto organizado de construção de novos significados, em relação à produção textual. Partindo desta perspectiva, a partir das leituras teóricas das concepções dos alunos na produção textual, é possível admitir a concretização ou compreensão de uma teoria.</p>	<p>produções textuais e leituras teóricas.</p>
<p>Santos <i>et al.</i>, (2018)) 10</p>	<p>Os resultados do questionário investigativo mostraram que os estudantes, em sua maioria, conseguem identificar o ânodo e o cátodo. Estes resultados confirmam, em parte, a solução da questão investigativa. Por outro lado, poucos entendem o funcionamento de uma bateria de batata e a migração de elétrons. Desta forma, torna-se relevante a realização de uma abordagem experimental em baterias de pilhas de batata e limão (Silva et al., 2014). Para tal, os estudantes foram divididos em grupos e utilizam materiais de baixo custo como pregos zincados, batata, limão, fios de cobre, moedas de cinco centavos de liga de cobre, garras, LED de 1,5 V, entre outros.</p>	<p>migração de elétrons, abordagem experimental, baixo custo.</p>

Santos <i>et al.</i> ,(2018) 11	O mecanismo de geração de eletricidade na pilha de batata (Zn/Cu) é semelhante ao da pilha de limão, sendo o pólo negativo, o eletrodo de zinco, onde ocorre a sua oxidação conforme a semi-reação 1 e o polo positivo, o eletrodo de cobre, onde em sua superfície ocorre a semirreação 2. Golberg et al. (2010) descrevem a reação que ocorre no prego zincado como a oxidação do zinco, conforme equação 1: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$ $E^0 = +0,76 V$ (polo negativo) (1)	pilha de batata, polo negativo e polo positivo.
Santos <i>et al.</i> ,(2018) 12	No primeiro formato, os eletrodos estavam mais próximos e foram colocados em meia batata e apresentaram diferença de potencial em torno de 0,88 V. No segundo formato, os eletrodos estavam mais distantes, foram colocados em uma batata inteira e apresentaram diferença de potencial em torno de 0,65 V. Porém, Silva et al. (2014) encontraram valores de $0,94 \pm 0,01 V$ para uma pilha de batata inteira. A existência de resistência interna entre os eletrodos limita a corrente elétrica causando a queda de potencial conforme a lei de Ohm. Além disso, a limpeza da superfície dos eletrodos e reações paralelas influenciam na quantidade de sítios eletroativos e, portanto, no potencial e na eficiência da pilha.	diferença de potencial, resistência interna e sítios eletroativos.
Santos <i>et al.</i> ,(2018) 13	A abordagem pode ser cogitada em sala de aula com a análise de um circuito em associações de pilhas de batatas em série em comparação ao circuito em associações de pilhas de batata dispostas paralelamente. Estas associações formam o que denominamos de baterias. Elas possuem características distintas.	sala de aula, associações de pilhas e baterias.
Santos <i>et al.</i> ,(2018) 14	Na associação em série temos uma ligação entre as baterias que gera uma soma de potenciais, e na associação em paralelo as pilhas conectadas produzem potencial constante. Nesta última, duas pilhas são conectadas de forma que o polo positivo de uma se liga ao polo positivo da outra, e o mesmo acontece com os polos negativos.	potencial constante, polo positivo e polos negativos.
Santos <i>et al.</i> ,(2018) 15	A ATD indicou 3 categorizações convergentes de visão de ciência, a saber, conceitos em Eletroquímica, princípios de metodologia ativa e experimentação investigativa. Estas categorias são interdependentes. Nota-se na primeira categoria várias subcategorias,	Eletroquímica, princípios de metodologia e ativa experimentação investigativa.

	<p>todas elas estão apontando conhecimentos básicos de Eletroquímica. A segunda categoria, princípios de metodologia ativa, evidencia como subcategorias a investigação e o trabalho colaborativo, vitais para uma aprendizagem diferenciada no aluno. Por fim, na última categoria, experimentação investigativa, os alunos exploram o processo de aprendizagem por interação, destacando-o como algo inovador.</p>	
<p>Santos <i>et al.</i>,(2018) 16</p>	<p>A interativo-ativo, o aluno aprende a ter autonomia na atividade investigativa, utilizando os meios possíveis para aprendizagem, como por exemplo, as mídias e o livro didático digital.</p>	<p>construção do conhecimento, hiper-interatividade e aprendizagem.</p>
<p>Santos <i>et al.</i>,(2018) 17</p>	<p>A inter-relação que forma no educando um perfil ativo-colaborativo. O aluno estuda o conteúdo, tanto individual quanto coletivamente. É da particularidade intrínseca de um estudante a natureza ativa no processo de construção de seu aprendizado e, como ser social, desenvolve o processo educativo por meio das interações interpessoais, o que está muito ligado às ideias de Vygotsky acerca do homem como ser essencialmente social.</p>	<p>inter-relação, colaborativo e Vygotsky.</p>
<p>Santos <i>et al.</i>,(2018) 18</p>	<p>A interação colaborativa e interativa. De acordo com Mello e Teixeira (2012), o encontro virtual pode propiciar uma aprendizagem colaborativa pela possibilidade de ampliar o tempo de troca de informações, experiências e discussões, haja vista que pode acontecer a qualquer hora e lugar.</p>	<p>troca de informações, experiências e discussões.</p>

Santos <i>et al.</i> ,(2018) 19	Pode-se afirmar que os estudantes, ao realizarem a experimentação investigativa de baterias biodegradáveis de Zn/Cu, com aspectos colaborativos e de hiper-interatividade, desenvolveram habilidades e competências para a compreensão de conceitos envolvidos na Eletroquímica. Os alunos desenvolveram, ainda, características de estudantes ativos, colaborativos e interativos, com uma visão ampla do todo através de conceitos mediados e consolidados num ambiente híbrido. As inter-relações entre estas características formam um efeito sinérgico que potencializa a aprendizagem do alunado. Isto ficou evidenciado nas categorizações descritas na ATD.	biodegradável, eletroquímica e aprendizagem.
Artigo Bocchi <i>et al.</i> , (2019)	Prêmio Nobel de Química de 2019 Láurea pelo Desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio	
Bocchi <i>et al.</i> , (2019)01	Neste ano, o Prêmio Nobel de Química foi outorgado a pesquisadores que se dedicaram a investigar uma versão de bateria recarregável que revolucionou a comunicação e o trabalho em nossa sociedade, desde que ela foi introduzida pela primeira vez no mercado em 1991.	Prêmio Nobel, bateria recarregável, revolução.
Bocchi <i>et al.</i> , (2019)02	As baterias recarregáveis são peças fundamentais para o fornecimento de energia limpa, de emissão zero (em princípio), para manter nosso planeta mais saudável. Ao mesmo tempo, a energia limpa que é gerada por células solares e moinhos de vento pode ser armazenada pelas baterias de íons lítio.	energia limpa, planeta mais saudável, baterias de íons lítio.
Bocchi <i>et al.</i> , (2019)03	O emprego dos termos pilha e bateria tem sido feito indistintamente para descrever sistemas eletroquímicos fechados que armazenam e liberam energia. Porém, a rigor, uma “pilha” é um dispositivo que é constituído unicamente de dois eletrodos (condutores de elétrons) separados por um eletrólito (condutor de íons) – as pilhas alcalinas comuns são exemplos disso.	pilha e bateria, sistemas eletroquímicos, condutores de elétrons
Bocchi <i>et al.</i> , (2019)04	Uma “bateria” refere-se a um conjunto de pilhas que podem ser agrupadas em série ou em paralelo, para um maior fornecimento de potencial ou de corrente,	conjunto de pilhas, agrupadas em série, fornecimento de potencial.

	respectivamente.	
Bocchi <i>et al</i> , (2019)05	Quando os terminais dos eletrodos de uma pilha ou bateria são conectados a um aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito externo (vide Figura 1), pois o material de um dos eletrodos (anodo ou eletrodo negativo) oxida-se espontaneamente liberando elétrons, enquanto o material do outro eletrodo (cátodo o eletrodo positivo) reduz-se espontaneamente utilizando esses elétrons. Um material microporoso, embebido no eletrólito, é utilizado como separador para impedir que ocorra curto-circuito entre os eletrodos.	pilha ou bateria, elétrons, eletrólito,
Bocchi <i>et al</i> , (2019)06	Baterias recarregáveis são aquelas que podem ser reutilizadas muitas vezes pelos usuários. Isso é possível quando os processos de oxidação e redução que ocorrem nos eletrodos são reversíveis. Em nosso cotidiano, como exemplos mais comuns temos as baterias recarregáveis de chumbo/ óxido de chumbo (chumbo/ácido, comumente usada nos automóveis de motor a combustão), de hidreto metálico/óxido de níquel, de sódio/enxofre, de íons lítio, etc.	baterias recarregáveis, oxidação e redução, óxido de chumbo, chumbo/ácido.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)07	Em meados do século XX, as limitações das baterias então utilizadas inspiraram a busca por outras configurações que pudessem fornecer maiores valores de capacidade específica e de energia específica e, assim, o lítio tornou-se um alvo importante.	capacidade específica, energia específica, lítio.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)08	O princípio de funcionamento das baterias recarregáveis de lítio envolve, durante seu descarregamento/carregamento, processos de inserção/extração de íons lítio para/de uma matriz hospedeira (material de eletrodo), também denominada de composto de intercalação (ou inserção). Esse processo de inserção/extração de íons lítio, acompanhado por um fluxo de íons lítio através do eletrólito, decorre de uma reação de redução/oxidação da matriz hospedeira com consumo/liberação de elétrons de/para um circuito externo.	extração de íons lítio, fluxo de íons lítio, liberação de elétrons.

Bocchi <i>et al</i> , (2019)09	Apesar das baterias recarregáveis de lítio fornecerem altos valores de capacidade específica ao se usar óxidos metálicos como material do catodo, a sua comercialização apresentou problemas devido ao ânodo de lítio metálico. Dada a reatividade química desse metal, depósitos não uniformes (dendríticos) de lítio tendem a ser formados durante o carregamento da bateria. Tais depósitos podem provocar o fim da vida da bateria por curto-circuito (dendritos do depósito atingem o catodo), bem como sérios problemas de segurança devido ao demasiado aquecimento local e a possibilidade de ocorrerem incêndios (Academia Real Sueca de Ciências, 2019).	baterias recarregáveis de lítio, fim da vida, curto-circuito.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)10	Essas dificuldades associadas à utilização de lítio metálico como anodo impulsionaram o desenvolvimento das baterias recarregáveis de íons lítio, constituídas por compostos de intercalação tanto para o material de catodo como para o material de ânodo.	dificuldades, utilização de lítio metálico, compostos de intercalação.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)11	A primeira bateria de íons lítio comercial foi lançada pela Sony em 1991, tendo o cobaltato de lítio (Lix CoO ₂) como material de catodo e grafite litiada (Liy C) como material de anodo. Essa estratégia exigiu escolhas cuidadosas de pares de materiais de catodo e anodo da bateria, a fim de se obter um potencial de célula de pelo menos 3 V e uma razoável energia específica, sem aumentar indevidamente sua massa ou seu volume (Manthiram, 2009).	íons lítio, potencial de célula, energia específica.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)12	O grafite e o coque, com baixa densidade e potencial menor que 0,5 V vs. Li/Li ⁺ , têm sido os materiais mais utilizados como anodo em baterias de íons lítio. Nesse caso, durante o processo de descarregamento da bateria (processo espontâneo), os íons lítio migram do ânodo de grafite litiada (Liy C) para o catodo de cobaltato de lítio (Lix CoO ₂) através do eletrólito, e os elétrons fluem através do circuito externo. Sendo o material de catodo relativamente estável no eletrólito, essa bateria de íons lítio apresenta um número alto de ciclos repetitivos de carregamento e descarregamento (em torno de 1000 ciclos), com boa manutenção da capacidade específica inicial.	grafite, coque e eletrólito.

Bocchi <i>et al</i> , (2019) 13	O imediato sucesso dessas baterias e posteriores melhorias levaram a sua grande utilização nos dias atuais, trazendo um enorme impacto em nosso mundo e modo de vida, pois estão onipresentes em dispositivos móveis sem fio (celulares, notebooks, etc.). Além disso, estão em veículos elétricos com crescentes autonomias, veículos híbridos, patinetes e ferramentas elétricas, sistemas de armazenamento de energia a bateria (para nivelamento de demanda de energia elétrica ou armazenamento de energia gerada fora de horários de pico), etc.	veículos híbridos, dispositivos móveis sem fio.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)14	Entretanto, cabe lembrar que, além de características intrínsecas dos compostos de intercalação usados como materiais de eletrodos, outros quesitos são igualmente importantes para a concepção de uma bateria recarregável de íons lítio de alto desempenho e longa vida útil. Dentre esses quesitos destaca-se o eletrólito empregado nessas baterias.	alto desempenho e longa vida útil.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)15	Ele deve apresentar alta condutividade para os íons lítio e ser isolante eletrônico, a fim de evitar curto - circuito interno. Também deve ter estabilidade química, não reagir com os materiais de eletrodo e os seus riscos de aquecimento e explosão serem mínimos (Manthiram, 2009).	condutividade, isolante eletrônico, estabilidade química.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)16	Com relação aos materiais dos eletrodos, especial atenção tem sido dada aos materiais nanoestruturados, já que fornecem maior área superficial com caminhos mais curtos para os transportes eletrônico e iônico e, conseqüentemente, a possibilidade de reações mais rápidas. Com isso, espera-se que muitas outras descobertas importantes em tecnologia de baterias estejam por vir.	materiais nanoestruturados, área superficial, reações mais rápidas.
Bocchi <i>et al</i> , (2019)17	Sem dúvida alguma, as baterias de íons lítio estabeleceram um marco para a consolidação de uma sociedade altamente conectada (sem fio) e cada vez mais livre dos combustíveis fósseis, o que poderá trazer um imenso benefício para a humanidade e para o planeta.	sociedade, combustíveis fósseis.
Artigo Bocchi <i>et</i>	Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio	

<i>al, (2020)</i>		
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 01	Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um material didático, kits experimentais de eletroquímica, que utilizam associações em série e em paralelo de pilhas comerciais e células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso.	material didático, kits e células galvânicas.
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 02	A resolução dessa questão facilita o ensino-aprendizagem de conceitos fundamentais sobre as células galvânicas, como por exemplo, conectando-se dois eletrodos que apresentam diferentes potenciais elétricos por meio de um circuito elétrico externo, inicia-se um fluxo de elétrons.	ensino-aprendizagem, potenciais elétricos e fluxo de elétrons.
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 03	A terminologia usada para descrever os sistemas eletroquímicos que armazenam energia não é precisa. O termo “pilha” deveria, em princípio, ser empregado para se referir a uma única célula galvânica, enquanto o termo “bateria” deveria ser usado para se referir a duas ou mais células galvânicas interligadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente.	sistemas eletroquímicos, célula galvânica e bateria.
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 04	No entanto, diversos dispositivos eletroquímicos comerciais que fazem parte do nosso dia a dia revelam que os termos “pilha” e “bateria” têm sido usados de forma indistinta para descrever tais sistemas (Bocchi <i>et al.</i> , 2000).	dia a dia, “pilha” e “bateria”.
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 05	A resolução detalhada de cada alternativa permite visualizar o tipo de associação das células galvânicas e como o led está conectado nas células galvânicas associadas, bem como a escrita correta de cada semi reação e o cálculo do potencial de cada célula isolada e em associação.	células galvânicas, semi-reação e o cálculo do potencial .
Artigo Bocchi <i>et al, (2020)</i> 06	As pilhas comerciais A (Entendendo o funcionamento das pilhas comerciais), são utilizadas para a associação em série ou em paralelo, visando fazer uma relação com os respectivos potenciais de célula e demonstrar que a única possibilidade para acender o led acontece somente com a associação em série.	pilhas comerciais, potenciais de célula e associação em série.

<p>Artigo Bocchi <i>et al</i>, (2020) 07</p>	<p>As células galvânicas alternativas, de Cu/Zn, apresentadas na Figura 2, kit B (Células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso), proporcionam verificações similares às obtidas utilizando-se as pilhas comerciais, porém a única possibilidade para acender o led acontece com dois conjuntos de três células galvânicas de Cu/Zn em série, associados em paralelo, como será demonstrado mais adiante.</p>	<p>células galvânicas, materiais de fácil acesso e pilhas comerciais.</p>
<p>Artigo Bocchi <i>et al</i>, (2020) 08</p>	<p>O funcionamento de aparelhos eletrônicos depende da corrente e do potencial de célula fornecido pela pilha, sendo um ou outro o fator crucial para garantir o funcionamento de cada equipamento (Hioka et al., 2000). A maioria dos equipamentos elétricos ou eletrônicos que demandam diversas pilhas (= bateria) como fonte de alimentação, utiliza da associação em série. Esse tipo de associação pode fornecer maior intensidade de corrente utilizando-se pilhas com resistência interna menor.</p>	<p>aparelhos eletrônicos, potencial de célula e pilhas.</p>
<p>Artigo Bocchi <i>et al</i>, (2020) 09</p>	<p>Na prática, também existem outros fatores que fazem com que o potencial de célula medido seja menor do que o esperado. Qualquer coisa que cause alguma resistência interna na célula ou no circuito elétrico poderá reduzir o potencial de célula medido. Os eletrodos devem estar limpos, com uma nova superfície de metal que não tenha camada de óxido; a camada de óxido interfere na reação e reduz o potencial de célula. Quando presente, a ponte salina pode causar resistência ao fluxo de íons e, assim, diminuir o potencial da célula. As conexões elétricas também podem resultar num menor potencial de célula (Quora, 2018).</p>	<p>resistência interna, circuito elétrico e fluxo de íons e potencial de célula.</p>
<p>Artigo Bocchi <i>et al</i>, (2020) 10</p>	<p>A despeito dos fatores mencionados, os valores positivos de potencial de célula medidos experimentalmente são úteis para mostrar que uma reação redox acontece espontaneamente.</p>	<p>potencial de célula, reação redox e espontaneamente.</p>
<p>Artigo Bocchi <i>et al</i>, (2020) 11</p>	<p>Considera-se os kits experimentais de eletroquímica úteis para explicação dos conceitos de eletroquímica (células galvânicas) necessários à resolução da questão do ENEM 2017, especialmente porque elucidam sobre pilhas comerciais e células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso.</p>	<p>conceitos de eletroquímica, células galvânicas e fácil acesso.</p>