



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Campus do Agreste

Núcleo de Formação Docente

Curso de Química - Licenciatura



**USO DA ABORDAGEM CTSA PARA CONTEXTUALIZAR O ENSINO
DE ELETROQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

AYRON ALMEIDA CORDEIRO DE FARIAS

Caruaru-PE

2022

AYRON ALMEIDA CORDEIRO DE FARIAS

**USO DA ABORDAGEM CTSA PARA CONTEXTUALIZAR O ENSINO
DE ELETROQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de química.

Orientador (a): Gilmara Gonzaga Pedrosa

Caruaru

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Farias, Ayrton Almeida Cordeiro de .

Uso da abordagem CTSA para contextualizar o ensino de eletroquímica no ensino médio / Ayrton Almeida Cordeiro de Farias. - Caruaru, 2022.

83 : il., tab.

Orientador(a): Gilmara Gonzaga Pedrosa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. Eletroquímica. 2. CTSA. 3. Contextualização. 4. Pilhas. 5. Baterias. I. Pedrosa, Gilmara Gonzaga . (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

AYRON ALMEIDA CORDEIRO DE FARIAS

**USO DA ABORDAGEM CTSA PARA CONTEXTUALIZAR O ENSINO
DE ELETROQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 27/05/2022

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Dr^a Gilmara Gonzaga Pedrosa
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a Dr^a Ana Paula Freitas da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a Dr. José Ayrton Lira dos Anjos
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre lutaram para construir e fortalecer nossa família, além de terem me ensinado grandes princípios de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, pelo dom da vida e a saúde de cada dia.

Agradeço ainda a quem me trouxe ao mundo, Ailza Almeida e Silvio Cordeiro, eles que me prestam apoio até hoje e são o motivo da minha busca por desenvolvimento, para que um dia possa retribuir todo o auxílio que me foi dado.

À minha companheira de todas as horas, minha namorada, Bruna Oliveira, a quem tanto me fortaleceu nos momentos mais difíceis e desanimadores, ela que é ponto chave da família que iremos criar.

Aos meus irmãos Arthur e Ana Beatriz, e a toda minha família.

Aos amigos que comigo participaram dessa jornada, que estiveram sempre presentes e contribuíram nos momentos mais cansativos, motivando e prestando apoio. Aqui se incluem todos do grupo NFD (Caline, Daniel, Ector, Eliwelton, Emikael e Nayalle) e também a galera do PIBID Nicanor (Danielle, Taynná, Antônio e Vitória), entre outros que participaram direta ou indiretamente dessa trajetória.

Aos grupos pelos quais passei e às oportunidades que me foram fornecidas pela universidade como o AMA, o AstroAgreste, o PIBID e as monitorias que muito contribuíram para esse longo processo de aprendizagem.

Aos professores da UFPE que participaram dessa trajetória, de modo especial à minha orientadora Gilmara Pedrosa que muito me ensinou ao longo de toda minha estada na universidade, desde a monitoria de introdução à química, passando também pela disciplina de físico-química I e, por fim, me orientou na escrita deste projeto.

À Aglaison Cabral ao qual fui monitor de química no Ensino Médio, e no fim da minha jornada universitária tive novamente o prazer de tê-lo como supervisor da aplicação deste projeto no IFPE – campus Belo Jardim.

A todos os professores que passaram por minha vida e muito me ensinaram. Ao professor e diretor Marcos Germano. A todo o IFPE – campus Belo Jardim, que foi minha casa entre os anos de 2014 e 2016, e lá tive a oportunidade de desenvolver esse projeto no ano de 2022. E aos amigos que tive a oportunidade de conhecer nesta casa, aos quais sou muito grato por todo o apoio.

Por fim, agradeço novamente à UFPE – campus agreste por contribuir na minha construção como cidadão e por todas as oportunidades que me forneceram ao longo desta trajetória.

“Quando você se levantar de manhã, pense em como é um privilégio precioso estar vivo, respirar, pensar, desfrutar, amar”

(Marco Aurélio)

RESUMO

Entre os diversos problemas enfrentados no ensino de química estão as dificuldades na aprendizagem devido à falta de contextualização desde ponto de vista histórico, cultural, econômico e até tecnológico. Assim, o uso de contextos que interagem com a realidade do estudante pode contribuir de forma significativa para a aprendizagem de conceitos científicos. Diante dessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo analisar as contribuições da contextualização no ensino de eletroquímica a partir do uso da abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). O desenvolvimento deste projeto se deu em turmas de 3º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Pernambuco – campus Belo Jardim, cidade destacada como polo na produção de baterias automotivas. Contando com a participação de um total de 26 estudantes que ainda não haviam estudado o conteúdo de eletroquímica, a atividade dividiu-se em 6 momentos distribuídos ao longo de 5 semanas, em que foram aplicados 3 questionários utilizados como instrumentos de coleta de dados no decorrer desta aplicação. A partir da comparação entre as respostas dos questionários percebeu-se mudanças na capacidade dos participantes construir argumentos coerentes acerca do conteúdo científico que foi trabalhado e, além disso, houve um alto índice de acertos nas questões relacionadas há contextos tecnológicos, sociais e ambientais. Os resultados obtidos revelam a importância de se trabalhar o conteúdo de eletroquímica a partir de uma prática contextualizada e, para este fim, a abordagem CTSA mostrou-se uma alternativa relevante visto que auxiliou a assimilação do conteúdo pelo estudante a partir de diferentes perspectivas.

Palavras-chave: Eletroquímica; CTSA; Contextualização; Pilhas; Baterias.

ABSTRACT

Among the many problems faced in the teaching of chemistry are the difficulties in learning due to lack of contextualization from the historical, cultural, economic and even technological point of view. Thus, the use of contexts that interact with the student's reality can contribute significantly to the learning of scientific concepts. From this perspective, this work aimed to analyze the contributions of contextualization in the teaching of electrochemistry through the use of the STSE approach (Science-Technology-Society-Environment). The development of this project took place in 3rd year high school classes of the Federal Institute of Pernambuco - Belo Jardim campus, a city highlighted as a hub in the production of automotive batteries. With the participation of a total of 26 students who had not yet studied the electrochemistry content, the activity was divided into 6 moments distributed over 5 weeks, in which 3 questionnaires were applied, used as instruments for data collection during this application. From the comparison between the answers of the questionnaires, we noticed changes in the ability of the participants to build coherent arguments about the scientific content that was worked and, in addition, there was a high rate of correct answers to questions related to technological, social and environmental contexts. The results obtained reveal the importance of working the electrochemistry content from a contextualized practice and, to this end, the STSE approach proved to be a relevant alternative since it helped the assimilation of the content by the student from different perspectives.

Keywords: Electrochemistry; STSE; Contextualization; Batteries.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
3.2	CTSA	16
3.3	ELETROQUÍMICA – PILHAS E BATERIAS	19
4	METODOLOGIA	26
4.1	PARTICIPANTES E CAMPO DA PESQUISA.....	26
4.2	DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	27
4.2.1	<i>Vivência da Atividade</i>.....	27
4.3	COLETA DE DADOS	30
4.3.1	<i>Questionários</i>	30
4.4	ANÁLISES DE DADOS	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	QUESTIONÁRIO INICIAL.....	32
5.2	QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO	36
5.3	QUESTIONÁRIO FINAL	40
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	54
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (QI).....	56
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL (QF).....	59
	APÊNDICE D - ROTEIROS E QUESTIONÁRIOS DOS EXPERIMENTOS (QE)	65
	APÊNDICE E – SLIDES USADOS EM AULA.....	73

1 INTRODUÇÃO

Zanon e Palharini (1995, p. 15) afirmam que “muitos alunos e alunas demonstram dificuldades em aprender química, nos diversos níveis do ensino, por não perceberem o significado ou a validade do que estudam”. Problema que mesmo sendo antigo, ainda não foi totalmente resolvido, isso porque muitos alunos apresentam as mesmas dificuldades no sistema de ensino atual.

Num contexto em que muitos professores estão despreparados para promover a contextualização e a interdisciplinaridade em sala de aula, é necessário incentivar um processo de ensino e aprendizagem contextualizado, promovendo uma aula de química mais problematizadora que proporcione ao estudante perceber o valor social e econômico da química no processo de desenvolvimento tecnológico em que vivemos (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Um grande obstáculo que os PCN+ de 2002 alerta, que ainda é observado nos dias de hoje, está ligado ao fato das perspectivas de agentes que participam da escola em considerar os professores como meros transmissores do conhecimento, cabendo ao aluno a função de receptor passivo, no processo educacional. Soma-se a isso a falta de contextualização do ensino, tornando os estudantes desinteressados (BRASIL, 2002). Neste sentido, o estudante não consegue perceber a relações entre o conteúdo científico (que é ensinado na escola) e os problemas do seu cotidiano, o que o faz considerar o estudo de ciências como mero trabalho de memorização (SANTOS, 2007).

Isto gera o que os PCN+ trazem como sendo um “ciclo de desentendimentos”, em que:

Os alunos ou seus pais consideram os professores fracos e desinteressados e os docentes pensam exatamente o mesmo de seus alunos, numa escola na qual o desafio do aprendizado e a alegria do convívio dão lugar a apatia, tensão, displicência ou violência, em proporções que variam com as circunstâncias (BRASIL, p.11, 2002).

Documentos nacionais de educação mais atuais, como é o caso da BNCC, também defendem o uso da contextualização no ensino de ciências da natureza como forma de possibilitar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e competências que auxiliem no aprendizado sobre os conceitos da área, à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos, e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018). Estes conceitos devem estabelecer relações entre si, dessa forma, ao abordá-los em sala de aula deve-se englobar diferentes dimensões

do conhecimento e como ele interage com a ciência, tecnologia, sociedade e também o ambiente (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Os PCN+ evidenciam ainda a existência de contextos de alcance muito amplo que podem ser utilizados no âmbito de ensino, mas aqueles que envolvem a região, a cidade e a comunidade escolar podem fornecer resultados bastante significativos (BRASIL, 2002).

No intuito de promover um ensino contextualizado, devemos aproveitar do cenário da região em que estamos trabalhando, então, como a cidade de Belo Jardim, onde foi realizada a aplicação deste trabalho, localizada no interior de Pernambuco, possui uma indústria multinacional de baterias automotivas, Baterias Moura, é fundamental o conhecimento dos estudantes acerca de conceitos químicos relacionados ao funcionamento de pilhas e baterias e de questões socioambientais ligadas a esta tecnologia.

Esta empresa nasceu no ano de 1957, na cidade de Belo Jardim/PE. Edson Mororó Moura e sua esposa, Conceição Moura, formados em engenharia química, foram os responsáveis pela construção da indústria produtora das Baterias Moura. Isto ocasionou uma mudança de diversos aspectos sociais e econômicos para a região do entorno como, por exemplo, a geração de empregos e renda para famílias residentes na cidade, a criação de projetos socioeducacionais, entre outros (GRUPO MOURA, 2017).

Grande quantidade de belo-jardinenses são contratados para trabalhar nesta empresa, entretanto, possivelmente não entendem como ocorrem os processos eletroquímicos ligados ao funcionamento das pilhas e baterias, desconhecendo assim as substâncias que fazem parte de sua composição, como elas interagem e sua nocividade à saúde e ao meio ambiente. Diante desse cenário, surgiu a seguinte questão: como ensinar o conteúdo de eletroquímica numa turma de ensino médio aproveitando-se do contexto da cidade de Belo Jardim - PE, que possui uma indústria especializada na produção de baterias?

A utilização do conteúdo de eletroquímica, aplicado a pilhas e baterias, para este trabalho se deu devido à carência que esta temática já possuía num contexto tradicional de ensino. Desta forma, buscamos contextualizar a temática de ‘pilhas e baterias’ à realidade da cidade de Belo Jardim a partir de uma abordagem CTSA, e com isso analisar as contribuições propiciadas por essa metodologia à aprendizagem dos estudantes sobre o conteúdo de eletroquímica. Este conteúdo pode ser aplicado às pilhas e baterias e é visto

no ensino médio, havendo a possibilidade de se abordar seus aspectos sociais e ambientais no tocante às aplicações científico-tecnológicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar como o uso da abordagem CTSA pode auxiliar na contextualização do conteúdo de Eletroquímica, considerando a realidade da cidade de Belo Jardim, polo industrial na produção de baterias automotivas.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar as concepções prévias dos estudantes em relação ao conteúdo de eletroquímica, e sobre o contexto social e econômico da sua cidade no que se refere à presença de uma indústria de baterias automotivas.
- Analisar como o uso da abordagem CTSA pode auxiliar o processo de aprendizagem do conteúdo eletroquímica.
- Verificar se a intervenção promoveu o desenvolvimento da consciência ambiental nos estudantes em relação ao descarte adequado de materiais que contém metais pesados

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contextualização

Atualmente, fala-se muito em contextualização, termo que é muito utilizado ao tratar sobre estratégias ou metodologias de ensino. “Contextualização é um termo novo na língua portuguesa. Começou a ser utilizado a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais” (WARTHA, 2013, p. 86). Os PCNs estabelecem que o ensino deve proporcionar um domínio que vai além das especificidades de cada área (BRASIL, 2002). Sabe-se também que, “quando os conteúdos não são contextualizados adequadamente, estes tornam-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos” (ZANON; PALHARINI, 1995, p. 15).

Ainda conforme os parâmetros curriculares, “a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2002, p.31).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é evidenciado que contextualizar não é só exemplificar conceitos a partir da associação com situações comuns ao dia a dia, mas o estudante deve aprender aquele conhecimento científico para que ele se torne um sujeito crítico às suas próprias ações no cotidiano (BRASIL, 2018).

O aprendizado do conhecimento científico possibilitará a ele o entendimento sobre fatos e fenômenos presentes no seu contexto sociocultural, também auxiliará no desenvolvimento da curiosidade do aluno, fornecendo a ele autonomia para a construção do seu próprio conhecimento (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

É interessante evidenciar ainda a importância da contextualização no âmbito científico-tecnológico. “A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais” (BRASIL, 2018, p. 549). Dessa forma, quando aplicada ao ensino, essa ferramenta permite que o estudante construa seu aprendizado sobre conteúdos científicos, possibilitando a aplicação dos mesmos ao contexto em que ele vive.

Muitas vezes, a forma que é trabalhado o ensino de ciências não proporciona ao estudante a construção de um senso crítico, o aluno não compreende a relação entre o que é visto em sala de aula e o seu cotidiano (SANTOS, 2007).

Como este problema também é observado no ensino de química, é preciso ressaltar que “a não-contextualização da química pode ser responsável pelo alto nível de rejeição do estudo desta ciência pelos alunos, dificultando o processo de ensino-aprendizagem” (LIMA *et al*, 2000, p. 26).

Assim, para auxiliar no processo de ensino de química, podemos fazer uso de uma abordagem contextualizada, entretanto, vale ressaltar que quando trabalhamos com contextualização, não podemos apenas fazer alusões aos nomes de personagens renomados que passaram pela história desta ciência, mas sim mostrar o contexto da sociedade em que aquele conhecimento científico é produzido, eventos sociais e políticos da época e como esse conhecimento pode ser aplicado nos dias de hoje (BRASIL, 2018). Alguns professores acreditam que explorar superficialmente o cotidiano do estudante já significa contextualizar, entretanto, conforme a discussão que estamos estabelecendo, contextualização é bem mais abrangente que a simples exemplificação ou citação de fatos históricos (SANTOS, 2007).

Alguns objetivos da contextualização são definidos por Santos (2007), e podemos nos embasar nesses para auxiliar o desenvolvimento desta pesquisa, são eles:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007, p. 05).

Portanto, neste trabalho, tomamos por base estes objetivos da contextualização no ensino, de forma que contribua para o processo de aprendizagem do estudante sobre um conteúdo que é complexo, mas pode estar associado ao dia a dia dele. Dessa forma, um bom uso da contextualização pode fornecer ao estudante uma compreensão do mundo que o cerca, aprendendo ciências com problemas do cotidiano, contribuindo também para o desenvolvimento do senso crítico deste jovem.

Diante destas proposições trazidas por documentos de relevância nacional, como os PCNs e a BNCC, e pelos autores aqui citados, fica evidente a importância de se trabalhar um ensino contextualizado, principalmente quando se trata do ensino de química que, como visto anteriormente, sofre com altos níveis de rejeição. Como as questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais são indissociáveis da prática contextualizada, é necessário introduzir uma abordagem que trate de tais conceitos, como é o caso da abordagem CTSA.

3.2 CTSA

Na BNCC é proposto que a escola enfatize as consequências do desenvolvimento científico e tecnológico na organização social, no meio ambiente, na formação cultural e na saúde humana (BRASIL, 2018). Ou seja, este documento visa estabelecer relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e ao ambiente, isto nos lembra o principal objetivo da abordagem CTSA.

Os estudos em CTS/CTSA são ainda considerados recentes. “Suas raízes remontam ao período entre a 1ª e 2ª Guerra Mundial. Durante a “Guerra Fria”, historiadores, sociólogos e cientistas passaram a se interessar pelas relações entre o conhecimento científico, sistemas tecnológicos e a sociedade” (CERUTTI, 2017, p. 14). Este interesse provavelmente estaria associado ao rápido crescimento científico-tecnológico que se desenvolveu nesse curto período de tempo, como o desenvolvimento da indústria armamentista, dos transportes, da medicina etc.

Sobre o surgimento da abordagem CTS, é visto que, entre as décadas de 1960 e 1970, a comunidade acadêmica iniciou estudos para analisar as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico sobre problemas sociais, principalmente os relacionados, inicialmente, a questões políticas e econômicas (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Decorrente destes estudos, foi se construindo uma linha de trabalhos curriculares em CTS, que analisava as mudanças na sociedade e a necessidade de modificações no processo formativo do cidadão da época devido à carência no ensino científico tradicional. Este movimento teve como ponto de partida países mais desenvolvidos e industrializados como os países europeus, Canadá, Estados Unidos e Austrália (LAYTON, 1994, apud SANTO; MORTIMER, 2002). Essa linha de estudos foi ganhando bastante relevância com o passar do tempo, principalmente no contexto educacional, fazendo-se assim uma ferramenta importante de ser estudada e aplicada ao processo de ensino.

Ao longo deste texto, percebemos que a abordagem ora é citada como CTS, ora como CTSA, então, qual seria a diferença entre essas duas terminologias? O “A” foi incluído na abordagem CTS como forma de incorporar e enfatizar a vertente ambiental sobre este movimento. Dessa forma, o CTSA visa trabalhar interrelações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, dando mais ênfase à função da educação ambiental em contrapartida ao movimento inicial de CTS (SANTOS, 2007). Diante disso, como neste

trabalho visamos também enfatizar questões ambientais relacionadas principalmente ao descarte de pilhas e baterias, sabendo da presença de substâncias nocivas em sua composição, iremos utilizar com maior frequência a terminologia CTSA.

“É possível aproximar em muito os entendimentos mais elaborados de cotidiano com os de mesma natureza de contextualização, principalmente dada a forma como esta é abordada nos trabalhos característicos do movimento CTS” (WARTHA, 2013, p. 89). Assim, faz-se necessário o estudo da abordagem CTSA, estabelecendo que a partir do uso dela estaremos introduzindo aos alunos uma abordagem de ensino contextualizado, analisando também as contribuições dela para o ensino de ciências, considerando principalmente o conteúdo de pilhas e baterias.

Santos e Mortimer (2001, p. 2) afirmam ainda que, “a ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais”. Dessa forma, todos estes aspectos devem ser discutidos em sala de aula, visando ampliar a perspectiva sobre os impactos causados na sociedade pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Isto demanda um aprendizado sobre conceitos científicos relacionados à determinada temática, para que assim seja possível a construção de valores e atitudes associados a estes aspectos socio científicos (SANTOS, 2007).

Assim, podemos notar que o movimento CTS busca estabelecer relações entre questões sociais inerentes ao desenvolvimento científico e tecnológico, assim como foi afirmado por López e Cerezo (1996):

A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LÓPEZ; CERESO, 1996 apud SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 03).

Desta forma, podemos perceber que a abordagem CTS caracteriza-se como uma forma de contextualização, tendo importante papel em um processo de ensino. Como, nessa abordagem, “os conceitos são sempre abordados em uma perspectiva relacional, de maneira a evidenciar as diferentes dimensões do conhecimento estudado, sobretudo as interações entre ciência, tecnologia e sociedade” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 11), o estudante poderá tornar-se capaz de assimilar a aplicabilidade daquele conteúdo científico em seu dia a dia, e também interpretar aspectos sociais, históricos e econômicos que estão relacionados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Vale enfatizar ainda que o processo de ensino em ciências deve mostrar aos estudantes os impactos sociais e ambientais que podem decorrer de um desenvolvimento indevido da ciência e tecnologia (BORGES, *et al*, 2010). “Um estudo das aplicações da ciência e tecnologia, sem explorar as suas dimensões sociais, podem propiciar uma falsa ilusão de que o aluno compreende o que é ciência e tecnologia” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 12).

Sobre os aspectos sociais tratados na abordagem CTSA Santos e Mortimer (2002, p. 09) afirmam que “as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo, etc.” Adicionalmente, Borges *et al* (2010) denota a importância das questões ambientais nesta abordagem, ressaltando a possibilidade de buscar um desenvolvimento científico e tecnológico que não cause impactos ao meio ambiente e evite um consumo exacerbado de recursos naturais.

Tendo introduzido esta abordagem, é imprescindível portanto que seja feita uma análise para o contexto brasileiro, e as possibilidades de aplicação do CTSA num processo de ensino de química. Sobre as questões sociais e históricas brasileiras, Auller e Bazzo (2001, p. 12) afirmam que:

Temos aspectos peculiares ao contexto brasileiro, decorrentes, em grande parte, do nosso passado colonial e da nossa posição nas relações econômicas internacionais. [...], no contexto da industrialização, a importação/transferência de tecnologia, sem a respectiva transferência de conhecimentos, inviabilizou o desenvolvimento científico-tecnológico nacional. Tanto no modelo agroexportador quanto no da industrialização, a análise realizada remete à ausência de um projeto de nação. Como consequência, não há uma articulação dinâmica entre ciência, tecnologia e sociedade.

Diante da falta desta articulação no contexto brasileiro, percebemos que problemas educacionais podem ser associados a este fato, ou seja, um sistema educativo em que não há discussão acerca dos impactos sociais e ambientais oriundos do desenvolvimento científico e tecnológico.

Por isso, seria importante que o sistema educativo brasileiro incluísse a abordagem CTSA no processo de ensino, no entanto, para isso é necessário a adesão de estratégias de ensino voltadas para a aplicação dessa abordagem. Santos e Mortimer (2002) indicam a sequência de 5 passos aplicáveis ao ensino CTS/CTSA, estes foram adaptados com a inclusão do contexto ambiental e está descrito a seguir:

(1) introdução de um problema social e ambiental; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema socioambiental; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema socioambiental e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da

questão socioambiental original (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 12, adaptado).

Por isso, neste trabalho, ao desenvolver uma estratégia para aplicação de uma sequência didática teremos por base esta sequência de passos, onde enfatizaremos ainda as questões ambientais envolvida à ciência e a tecnologia estudada.

A utilização da abordagem CTSA pode contribuir para formação de pessoas capazes de interpretar e resolver problemas sociais e ambientais decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico, pessoas críticas ao uso de novas tecnologia que sabem analisar os riscos e a viabilidade desta. Por isso, é importante a mobilização dos estudantes para temas cotidianos, em que haja a problematização de questões sociais e ambientais, com o objetivo de fornecer valores para tornar o aluno capaz de resolver problemas semelhantes no futuro (SANTOS, 2007).

Dessa forma, utilizando o contexto da cidade de Belo Jardim, polo industrial na produção de baterias automotivas, iremos abordar o conteúdo de eletroquímica, explicitando aspectos científico e tecnológicos ligados à produção de baterias e pilhas, materiais muito utilizados em nosso dia a dia, aspectos sociais principalmente ligados às consequências da presença de uma grande indústria neste local e, por fim, aspectos ambientais ligados ao descarte destes produtos no pós-uso, aspecto para qual Santos e Mortimer (2002, p. 10) evidenciam a importância do “destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, o que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica”.

3.3 Eletroquímica – Pilhas e Baterias

Em meados do século XVIII, o Luigi Galvani percebeu uma reação de animais mortos ao serem tocados por cilindros metálicos com cargas elétricas, acreditando assim, que a eletricidade era fornecida pelos músculos do animal. Tempos depois, Alessandro Volta sugeriu que a eletricidade decorria do contato entre os músculos e dois metais diferentes. Para provar sua teoria, o cientista Alessandro Volta criou o que ficou conhecido como a primeira pilha voltaica, uma torre de vários discos de diferentes metais alternados empilhados, separados por materiais absorventes umidificados com uma solução salina (ATKINS, 2018), como mostra a Figura 1.

Figura 1: Esquemática de pilha construída por Alessandro Volta



Fonte: <https://blog.fornell.com.br/2020/01/14/historia-da-eletricidade-alessandro-volta/>

Mas, como podemos explicar o funcionamento destes aparatos, criados séculos atrás que se aperfeiçoam cada vez mais ao longo do tempo? Para isso, é necessário o entendimento sobre reações redox, estudadas na eletroquímica. “As reações redox estão envolvidas no funcionamento de baterias e também em uma ampla variedade de processos naturais importantes, como a oxidação do ferro, o escurecimento de alimentos e a respiração dos animais” (BROWN, *et al*, 2016, p. 894). O termo redox é utilizado como junção para o estudo de reações que envolvem a oxidação e a redução. A oxidação se refere a perda de elétrons por uma espécie, e a redução é o ganho de elétrons por uma outra espécie envolvida na reação, este processo ocorre de forma sincronizada, ou seja, uma espécie transfere elétrons para outra espécie. Assim, as reações redox, também são chamadas de reações de transferência de elétrons, pois a espécie que oxida transfere elétrons para a espécie que reduz (ATKINS, 2018).

Como citado acima, as reações redox estão relacionadas a diversos processos, e também ao ramo da química chamado de eletroquímica, que pode ser definida como o “estudo das relações entre a eletricidade e as reações químicas, abrangendo o estudo de processos espontâneos e não espontâneos” (BROWN, *et al*, 2016, p. 894).

Uma célula eletroquímica pode se caracterizar de duas formas: um dispositivo capaz de produzir corrente elétrica por uma reação química espontânea ou um dispositivo em que a corrente elétrica é usada para forçar a ocorrência de uma reação não espontânea. Para o primeiro caso, podemos entender dispositivos que fornecem energia para vários aparelhos de uso diário, este tipo de dispositivo vai ser comumente chamado de células

galvânicas, exemplos deles são as pilhas que são utilizadas em relógios, controle remoto e alguns brinquedos. No segundo caso, podemos citar o recarregamento de um aparelho eletrônico (como celulares ou notebooks), em que aplicamos uma corrente elétrica para forçar a ocorrência de uma reação não espontânea (ATKINS, 2018).

A montagem de uma célula galvânica pode ser realizada conectando dois eletrodos por meio de um circuito, no qual ocorrerá um fluxo de elétrons, partindo do eletrodo (ânodo ou polo negativo) onde ocorre a oxidação, em direção ao eletrodo (cátodo ou polo positivo) onde ocorre a redução (BOCCHI, *et al*, 2019). Para equilibrar as cargas nesta reação de troca de elétrons é preciso que os eletrodos estejam em contato com uma solução de eletrólitos e separados por uma barreira porosa (ou ponte salina), ou seja, à medida que o ânodo perde elétrons, íons de carga negativa do eletrólito migram em direção ao produto formado na oxidação, de forma análoga, à medida que ocorre a redução no cátodo, íons de carga positiva do eletrólito migram em direção ao cátodo (BROWN, *et al*, 2016). Podemos observar na Figura 2 uma representação de uma célula galvânica.

Figura 2: Representação de célula galvânica



Fonte: (BROWN, *et al*, 2016, p. 904).

Quando várias células galvânicas são ligadas em série ocorre um aumento da voltagem produzida, formando assim o que é denominado como bateria (ATKINS, 2018). Ainda sobre o termo bateria, é definido que:

A bateria é uma fonte de energia eletroquímica portátil e fechada, que consiste em uma ou mais células voltaicas. Por exemplo, as pilhas comuns de 1,5 V,

usadas para acender lanternas e outros dispositivos eletrônicos de uso doméstico, são células voltaicas únicas. Tensões maiores podem ser atingidas com células voltaicas múltiplas em uma única bateria, como no caso de baterias automotivas de 12 V (BROWN, *et al*, 2016, p. 922).

Como já introduzido, neste trabalho, iremos contextualizar a presença da indústria de baterias automotivas na cidade do estudante. Dessa forma, é importante falar um pouco mais sobre essa indústria abarcando que relações podemos estabelecer a partir dela para o ensino de eletroquímica.

Em Belo Jardim, a Baterias Moura nasceu da realização de um sonho de um casal de engenheiros químicos, Edson e Conceição Moura, em 1957, a construção de baterias automotivas. Na mesma época, a capital pernambucana possuía uma frota com menos de 500 carros, enquanto na cidade de Belo Jardim havia apenas 1 carro, o que tornava o sonho ainda mais arriscado. Com o passar dos tempos, a indústria foi crescendo, acompanhada ao grande desenvolvimento da indústria automobilística, e hoje as Baterias Moura são distribuídas em todo o território nacional e também em outros países (GUIMARÃES *et al*, 2014).

Mas como funciona uma bateria automotiva?

Uma bateria automotiva chumbo-ácido de 12 V consiste em seis células voltaicas em série, cada uma produzindo 2 V. O cátodo de cada uma delas é composto por dióxido de chumbo (PbO₂) empacotado em uma grade metálica. O ânodo de cada célula é composto de chumbo. Ambos os eletrodos são imersos em ácido sulfúrico (BROWN, *et al*, 2016, p. 923).

A representação da bateria comentada acima, conhecida como bateria chumbo-ácido, é apresentada na Figura 3. E as reações que ocorrem neste sistema são mostradas a seguir (BROWN, *et al*, 2016, p. 923). Podemos observar três reações químicas, a primeira é a semi-reação de redução que ocorre no cátodo, a segunda é a semi-reação de oxidação que ocorre no ânodo e a terceira é a reação global.

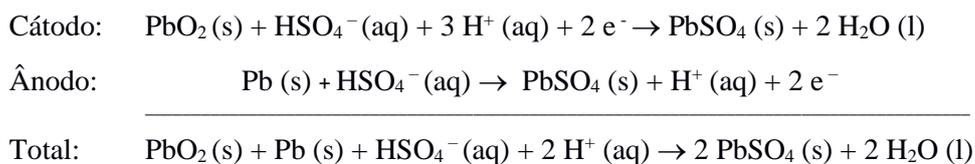
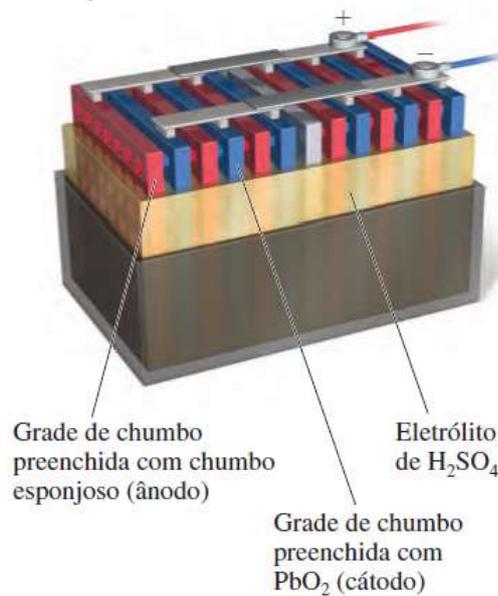


Figura 3: Representação da bateria automotiva CHUMBO-ÁCIDO



Fonte: (BROWN, *et al*, 2016, p. 923).

A bateria chumbo-ácido apresenta a vantagem de ser recarregável. As “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” (BOCHI, *et al*, 2019, p. 322).

No caso da bateria chumbo-ácido, ao aplicar sobre ela uma fonte externa de eletricidade, a reação tenderá a ocorrer no sentido inverso, que se trata de um processo não espontâneo. O $PbO_2(s)$ e $Pb(s)$ serão regenerados podendo assim, posteriormente, aproveitar-se da eletricidade fornecida novamente pela bateria em seu processo de reação espontânea, obtendo novamente o $PbSO_4$ (BROWN, *et al*, 2016).

O desenvolvimento das pilhas e baterias proporcionou uma ampla mudança na sociedade em geral, pois desde pequenos aparelhos, como smartphones que utilizamos na nossa comunicação do dia a dia, até automóveis como carros e motocicletas necessitam destes equipamentos para seu funcionamento. Assim, podemos notar, apenas com estes dois exemplos de aplicações, a importância da eletroquímica para o desenvolvimento da sociedade nos dias de hoje. Mostrando que o uso de baterias está relacionado tanto a mobilidade, que cada vez mais aumenta a demanda por baterias mais eficientes a fim de proporcionar um aumento na produção de veículos totalmente elétricos, quanto na comunicação, por meio da telefonia móvel, entre outros.

Ao longo deste tópico vimos uma representação de célula galvânica na Figura 2, estes tipos de representações facilitam o entendimento sobre o processo e é possível desenvolver células eletroquímicas simples em laboratório tendo acesso aos materiais adequados. Entretanto, a fabricação de pilhas ou baterias para fins comerciais demanda um trabalho mais técnico, a escolha das substâncias que vão participar das reações redox deve ser muito bem estudada, pois é a partir da interação entre elas que será determinada a tensão (voltagem) e a durabilidade desta bateria (BROWN, *et al*, 2016).

Quando trabalhamos com pilhas e baterias, é necessário considerar também os impactos ambientais que podem ser gerados por esses equipamentos. Como é enfatizado por Lima e Silva (2018, p. 199) que “entre os diversos materiais nocivos ao meio ambiente descartados no lixo comum oriundos do setor eletroeletrônico, destacam-se, as pilhas e baterias”. Por esse motivo, neste trabalho também objetivamos abordar questões ambientais relacionadas aos cuidados necessários na manipulação de componentes que constituem as pilhas e baterias e aos problemas associados ao descarte inadequado destes aparatos tecnológicos.

Lima e Silva (2018) destacam ainda que é crescente a preocupação com o manuseio e descarte de pilhas e baterias, objetos de uso cada vez mais comuns na nossa sociedade, devido à presença de componentes tóxicos ou metais pesados em sua constituição, onde o descarte incorreto pode provocar desde impactos ao meio ambiente ou até à saúde pública.

Diante do exposto até aqui, percebemos que é fundamental que o ensino de eletroquímica esteja associado a uma prática contextualizada, que enfatize a importância deste conteúdo científico na vida do estudante. Notamos que a aplicação deste tipo de prática é possível no ensino de eletroquímica, pois “a mesma é capaz de interagir e contribuir para o desenvolvimento da sociedade devido a sua vasta aplicabilidade no cotidiano” (MONTEIRO, 2018, p.12). Como visto, as células eletroquímicas estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia no funcionamento de brinquedos, relógios, celulares e até automóveis, ganhando cada vez mais ênfase na área de mobilidade devido ao aumento na adoção de veículos completamente elétricos.

Assim sendo, concordamos com Barreto *et al* (2017, p. 53) quando diz que “é possível apresentar a eletroquímica aos alunos por meio de suas aplicações, explicitando os fenômenos numa abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes”. É por isso, que neste trabalho, nos apropriamos de um contexto social da cidade do estudante, de um contexto tecnológico que está ligado à fabricação e uso de equipamentos como

pilhas e baterias, de um contexto científico no que diz respeito ao conhecimento sobre eletroquímica e, por fim, de um contexto ambiental, que relaciona-se com o descarte de tais materiais, o uso excessivo de matéria prima, a reciclagem e etc.

4 METODOLOGIA

Neste tópico será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho de forma que favoreça ao leitor uma maior compreensão da pesquisa, dos participantes e campo de pesquisa escolhidos e dos dados obtidos com a aplicação do trabalho e a análise deles.

Quanto à natureza, esta pesquisa caracteriza-se como pesquisa básica, pois “Objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência” (GEHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 36).

A pesquisa realizada será descritiva quanto aos objetivos. O trabalho utiliza ainda de uma abordagem qualitativa, em que se leva em consideração a subjetividade do sujeito analisado. Considerando também o contato existente entre o conteúdo científico e o contexto em que o estudante está inserido.

4.1 Participantes e Campo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em duas turmas do 3º ano, que continham um total de 43 discentes matriculados, do Ensino Médio integrado ao Curso Técnico em Agropecuária no Instituto Federal de Pernambuco - campus Belo Jardim. No entanto, para a análise de dados foi considerado o quantitativo de 26 estudantes, este foi o quantitativo de estudantes que participaram de todos os encontros.

O primeiro encontro com os estudantes aconteceu no primeiro dia letivo de aulas de química do ano de 2022. Devido à pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2, desde março de 2020 os estudantes não frequentavam aulas de química de forma presencial sendo assim, as aulas do 1º ano e 2º ano do Ensino Médio destes estudantes foram no formato remoto. Ou seja, para a maior parte dos estudantes, estes seriam os primeiros encontros presenciais na disciplina de química.

Dessa forma, como estava sendo o primeiro encontro entre a turma e o professor da disciplina neste ano letivo, ele iniciou a aula com uma prévia apresentação entre eles, e depois fez uma pequena introdução ao planejamento para o primeiro bimestre, e em seguida fez uma breve explicação sobre o conteúdo de eletroquímica. Depois disso, foi apresentado aos estudantes, dando início à sequência didática que será mais detalhada adiante.

4.2 Descrição da Sequência Didática

As atividades foram realizadas a partir da aplicação de uma sequência didática (SD) em sala de aula, a qual era composta por 5 encontros, que foram subdivididos em 6 momentos. A construção dessas SD tomou por base as estratégias de ensino em CTSA trazidas no trabalho de Santos e Mortimer (2002, p. 12). No Quadro 1 podemos observar a divisão dos momentos para a aplicação desta sequência.

Quadro 1: Sequência Didática Resumida

Sequência Didática	
Encontro 1	Momento 1
	Introduzir os estudantes à temática e aplicar o questionário inicial.
Encontro 2	Momento 2
	Construir um experimento científico com a finalidade de demonstrar de forma simplificada os princípios envolvidos na tecnologia que será explicada ao longo desta temática
Encontro 3	Momento 3
	Apresentar o conteúdo científico referente à temática escolhida.
Encontro 4	Momento 4
	Analisar o processo de construção e funcionamento de diferentes tipos de pilhas e baterias. Observar a evolução que ocorreu ao longo desse processo de desenvolvimento de novas pilhas e baterias.
	Momento 5
	Explorar o contexto histórico da cidade e dialogando com os estudantes sobre impactos sociais e ambientais relativos ao desenvolvimento e uso desta tecnologia.
Encontro 5	Momento 6
	Aplicar o questionário final e discussão sobre a aplicação do projeto

Fonte: Autoria própria

4.2.1 Vivência da Atividade

Devido ao período que os estudantes passaram tendo aulas remotas, como forma de reintroduzi-los ao primeiro encontro presencial, que se deu no primeiro dia de aula de química nas turmas, o professor da disciplina de química iniciou sua aula normalmente, dialogando com os alunos e introduzindo o conteúdo de eletroquímica, que seria trabalhado na unidade.

Após cerca de 30 minutos do início da aula, foi feita minha apresentação para os alunos e, seguindo as estratégias de ensino para a abordagem CTSA, pude introduzir a temática de eletroquímica e os contextos sociais e ambientais que se relacionam a ela, abordando também a forma que seria desenvolvido o projeto, a quantidade de encontros e o que seria estudado em cada um dos momentos. Após essa introdução, foi realizada a aplicação do Questionário Inicial como forma de analisar alguns conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo que seriam estudados ao longo do projeto (SANTOS; MORTIMER, 2002).

No segundo encontro, momento 2 da nossa sequência didática foi realizado uma atividade de experimentação, como forma de demonstrar de forma simples os princípios envolvidos no funcionamento das pilhas e baterias. Os estudantes tiveram a missão de criar diferentes montagens de pilhas a partir dos materiais que foram disponibilizados para eles.

Para realizar atividade de experimentação, os estudantes formaram grupos de no máximo 5 pessoas, e cada grupo escolheu um roteiro experimental diferente. Os roteiros dos experimentos estão no Apêndice D. Ao final do roteiro havia um pequeno questionário para o grupo responder após a finalização do experimento, questionário este que também será considerado na análise deste trabalho.

No terceiro momento, foi realizada uma aula expositiva acerca do conteúdo de química visando possibilitar a compreensão dos processos que ocorrem no funcionamento da tecnologia de pilhas e baterias.

Nessa mesma aula, foram introduzidos conceitos básicos de eletroquímica como: a natureza da eletricidade, a diferença entre pilhas e baterias, as reações de oxirredução e o cálculo do potencial de uma pilha. O material utilizado na aula expositiva é apresentado no Apêndice E. Nessa aula também foi possível discutir com os estudantes sobre o experimento realizado na semana anterior, esclarecendo sobre o funcionamento das pilhas montadas por eles. E ainda para auxiliar na explicação do processo oxirredução, nesta mesma aula (momento 3), foi realizado um experimento demonstrativo da pilha de Daniell, a Figura 4 mostra a foto da montagem do experimento realizado em sala de aula.

Figura 4: Demonstração da pilha de Daniell



Fonte: Autoria própria

O quarto e quinto momento, foram realizados no mesmo encontro. Inicialmente, no momento 4, foram explicados os diversos tipos de pilhas e baterias que existem no mercado hoje e exemplificados com modelos reais, como mostra a Figura 5. Este momento teve como objetivo mostrar que o princípio de funcionamento destes materiais tecnológicos está relacionado aos conceitos científicos apresentados no momento 3.

Figura 5: Exemplares de pilhas e baterias utilizados para demonstração em aula



Fonte: Autoria própria

Já o momento 5 contou com uma apresentação e discussão sobre questões sociais e ambientais relacionadas ao uso e descarte de pilhas e baterias, aos componentes

presentes nesses materiais e aos impactos da presença de uma indústria de baterias na região em que o estudante vive. Neste momento foi realizada uma discussão sobre os pontos positivos e negativos relacionados ao desenvolvimento tecnológico das pilhas e baterias. O material didático apresentado neste encontro também está disponível no Apêndice E.

No sexto momento, que ocorreu 4 semanas após o primeiro encontro, foi realizada a aplicação do último questionário, o qual continha questões relacionadas as temáticas trabalhadas ao longo da sequência didática, que utilizou a abordagem CTSA.

4.3 Coleta de Dados

Os dados analisados e discutidos nesta pesquisa foram coletados nos momentos 1, 2 e 6. Em cada um desses três momentos houve a aplicação de um questionário, são eles: Questionário Inicial (QI); Questionário do Experimento (QE); e Questionário Final (QF).

A coleta de dados realizada no início, ao longo e no fim do processo, pode permitir uma visão mais abrangente sobre os resultados obtidos, verificando assim as concepções prévias dos estudantes em relação ao conteúdo a ser trabalhado, como também acompanhar a evolução de seus conhecimentos em relação aos contextos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais envolvidos na temática.

4.3.1 Questionários

O questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador. Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas (GERHARDT; SILVERA, 2009).

Para esta pesquisa, foram aplicados três questionários. O primeiro deles, Questionário Inicial (Apêndice B), foi aplicado no Momento 1, ou seja, na realização do primeiro encontro, e teve como objetivo avaliar concepções prévias dos estudantes. Este questionário contém oito questões, em que seis delas baseiam-se na metodologia da escala Likert, e duas são questões objetivas. Por meio dessas questões os estudantes foram indagados sobre suas concepções em relação ao contexto social, ambiental e econômico de sua cidade e ao entendimento de conceitos básicos sobre eletroquímica.

No momento 2, após a aplicação da experimentação, foi solicitado aos alunos a resolução de um pequeno questionário, com 4 questões abertas (Questionário do Experimento), que tinham como objetivo principal instigar a compreensão dos estudantes sobre o funcionamento das pilhas que eles elaboraram. Estas questões, assim como os roteiros experimentais, podem ser encontradas no Apêndice D.

O último questionário, Questionário Final (Apêndice C), contém 19 questões, em que 11 delas baseiam-se na metodologia da escala Likert, 4 são questões objetivas e 4 são questões abertas. Este questionário caracterizava-se por conter questões com um aprofundamento maior em relação ao conhecimento químico do conteúdo trabalhado e sobre os impactos sociais e ambientais do desenvolvimento tecnológico.

4.4 Análises de Dados

Neste trabalho, a análise dos dados foi realizada, à priori, fundamentada nos referenciais teóricos apresentados anteriormente. Inicialmente, foi realizada a pré-análise dos resultados do primeiro questionário (QI) e das questões do roteiro experimental (QE) para elaboração de um esboço relacionado aos conhecimentos prévios dos estudantes tanto em relação aos conceitos científicos, como em relação a capacidade de associar estes conceitos aos diversos contextos inerentes à vida deles.

A análise de dados continua na interpretação dos resultados do questionário final (QF), que contará com questões mais específicas relacionadas aos conteúdos científicos e aos contextos socioambientais relacionados, fornecendo uma melhor compreensão em relação ao entendimento dos estudantes acerca do conteúdo de química.

As questões semelhantes entre os questionários serão separadas para uma análise individualizada da evolução das respostas dos estudantes, sendo possível analisar se houve mudança em suas concepções ao fim do processo. Uma análise geral do grupo inteiro também foi realizada para comparação das concepções relacionadas ao conteúdo químico no início e no fim da aplicação da sequência didática.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção iremos analisar e discutir o material coletado ao longo da aplicação da sequência didática. Essa discussão divide-se em três tópicos. Inicialmente serão abordados os resultados obtidos no questionário inicial. Por conseguinte, serão analisadas as respostas dos grupos às questões presentes no roteiro experimental. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos no questionário final. Na discussão destes questionários, respostas de determinados estudantes serão trazidas como forma de exemplificação por isso, como forma de preservar a identidade deles, sua identificação será feita por números.

5.1 Questionário inicial

Após a abordagem realizada no momento 1, foi solicitado aos estudantes que respondessem o questionário inicial da pesquisa, buscando analisar algumas concepções prévias dos estudantes.

Como já visto ao longo deste trabalho, a abordagem CTSA deve promover ao estudante uma visão sobre diferentes perspectivas para uma mesma temática, tornando-o capaz de relacionar interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Como toda tecnologia tem uma ciência inerente a ela e, tendo em vista o desenvolvimento tecnológico decorrente da evolução nos estudos de eletroquímica, é interessante trabalhar este conteúdo científico com a inclusão do seu contexto tecnológico, e é essa uma das bases para o ensino na abordagem CTSA. Por isso, no momento 1 também foi adicionado algumas questões relacionadas à importância desta tecnologia.

Na questão 1, quando perguntados se as pilhas e baterias estão presentes no seu dia a dia, todos os estudantes posicionaram-se na escala de concordância, em que 58% “concorda totalmente”, e os outros 42% apenas “concorda”. Quando indagados sobre a frequência do uso destes materiais, na questão 2, 4% indicaram que raramente utilizava, 4% que ocasionalmente utilizava e os outros 92% se dividiram entre um uso frequente e muito frequente. Estes resultados mostram que a temática pilhas e baterias está bastante presente no cotidiano desses estudantes.

Na questão 3, eles foram questionados sobre o grau de importância dado a este tipo de aparelho (pilhas e baterias), 4% dos estudantes consideraram como moderado, 54% como importante e 42% como muito importante.

Assim, de acordo com Barreto *et al* (2017, p. 53) “é possível apresentar a eletroquímica aos alunos por meio de suas aplicações, explicitando os fenômenos numa abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes”, e como isso, as questões 1, 2 e 3 buscaram entender o quão presente no cotidiano dos estudantes eram as aplicações da temática de eletroquímica.

Como este trabalho ia abordar um conteúdo ainda não estudado no ensino médio pelos estudantes participantes, os conceitos relacionados ao conteúdo de eletroquímica foram abordados de forma bastante simplificada neste primeiro questionário, com a finalidade de perceber se os conhecimentos prévios dos alunos e a introdução ao conteúdo realizada pelo professor da disciplina iriam contribuir na resolução destas questões.

Analisando as respostas dos estudantes à questão 4, mostradas na Tabela 1, em que constavam 6 alternativas de verdadeiro ou falso sobre conceitos básicos relacionados à pilhas e baterias, podemos discutir alguns pontos interessantes a seguir.

Tabela 1: Respostas para a questão 4 "Sobre as pilhas e baterias, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:" do QI

Afirmação	Resposta correta	Porcentagem de acertos
As pilhas e as baterias fornecem energia elétrica a partir da ocorrência de reações químicas.	V	100%
Nas pilhas e baterias não ocorre nenhum tipo de reação química, a energia elétrica é gerada apenas por processos físicos.	F	100%
As pilhas e as baterias podem ter diversas substâncias químicas em sua composição, e algumas dessas substâncias podem ser tóxicas e poluentes.	V	100%
O princípio de funcionamento das pilhas e baterias está relacionado ao conteúdo de Eletroquímica.	V	100%
As reações químicas que ocorrem em pilhas ou baterias não são classificadas como reações oxidação e redução	F	81%
As pilhas e as baterias possuem dois polos, um positivo e outro negativo.	V	100%

Fonte: Dados de pesquisa, 2022.

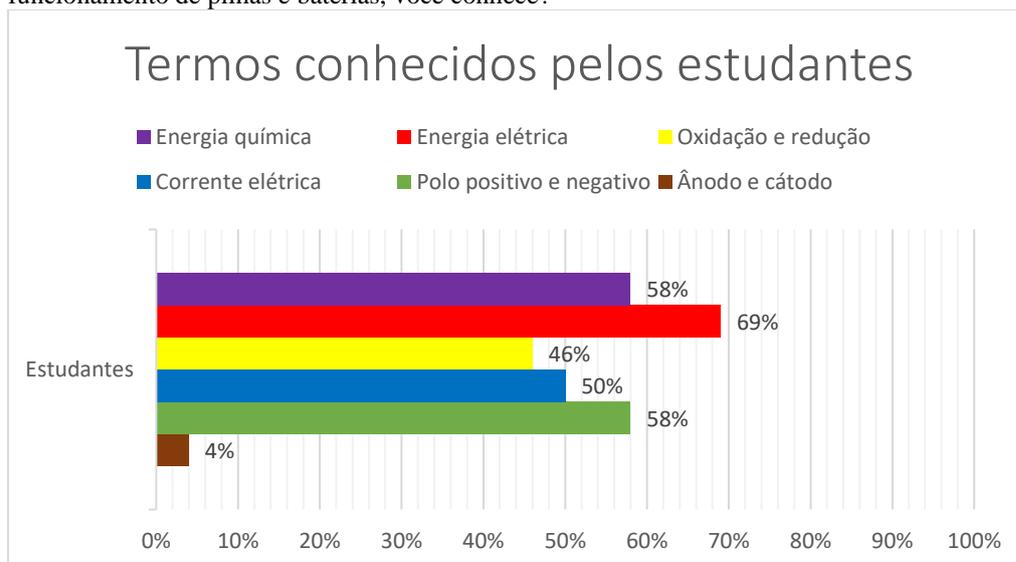
Percebeu-se que todos (100%) estudantes conseguiram associar o funcionamento das pilhas e baterias à ocorrência de reações químicas e que o princípio de funcionamento destes equipamentos está associado a eletroquímica. A única alternativa que obteve

algumas respostas erradas, somente 19% de erros, foi a 5ª alternativa, que estava relacionada com as reações de oxidação e redução, apesar desses erros, o resultado é bem satisfatório, visto que estávamos no início da aplicação da SD, e os estudantes ainda não haviam estudado tal conteúdo.

É interessante observar que houve um alto índice de respostas corretas acerca das perguntas mais relacionadas ao conteúdo da Química, o que mostra que a breve introdução ao conteúdo realizada anteriormente à aplicação do questionário, pode ter contribuído para o conhecimento dos estudantes acerca de alguns conceitos.

Entretanto, na questão 5, quando os estudantes foram perguntados sobre os termos associados à eletroquímica, que cada um conhecia, as respostas foram bem variadas, como pode ser vista no gráfico 1.

Gráfico 1 Respostas da questão 5 do QI: "Quais dos seguintes termos, que estão associados ao funcionamento de pilhas e baterias, você conhece?"



Fonte: Dados de pesquisa, 2022.

É possível perceber que termos mais específicos da eletroquímica eram os menos conhecidos pelos estudantes, como é o caso de 'ânodo e cátodo' somente 4% afirmou conhecer o termo. Outros termos que também são muito importantes no estudo da eletroquímica são a oxidação e a redução, que menos de 50% dos estudantes afirmaram conhecê-los. O que indica que mesmo eles possuindo conhecimentos prévios acerca do conteúdo, o fato dos conceitos científico não terem sido estudados ainda na disciplina de química dificulta o conhecimento de termos mais específicos.

Enquanto isso, termos como energia elétrica, corrente elétrica e polo positivo e negativo, eram conhecidos por 50% ou mais dos estudantes. O que pode indicar serem termos mais usuais no dia a dia do estudante.

Como a contextualização é uma forma de inserir a ciência e tecnologia, que está relacionada ao processo de desenvolvimento da sociedade, a um processo histórico, social e cultural, cabe a nós professores, no ato de ensinar, abordar o conteúdo científico de forma que os estudantes reconheçam o papel dos contextos em que ele se desenvolve (BRASIL, 2002). Ou seja, a compreensão de ciência e tecnologia num processo de ensino depende de uma abordagem que promova a exploração de dimensões sociais e ambientais (SANTOS; MORTIMER, 2002). Por isso, foi considerado a inserção destes contextos para o desenvolvimento deste trabalho.

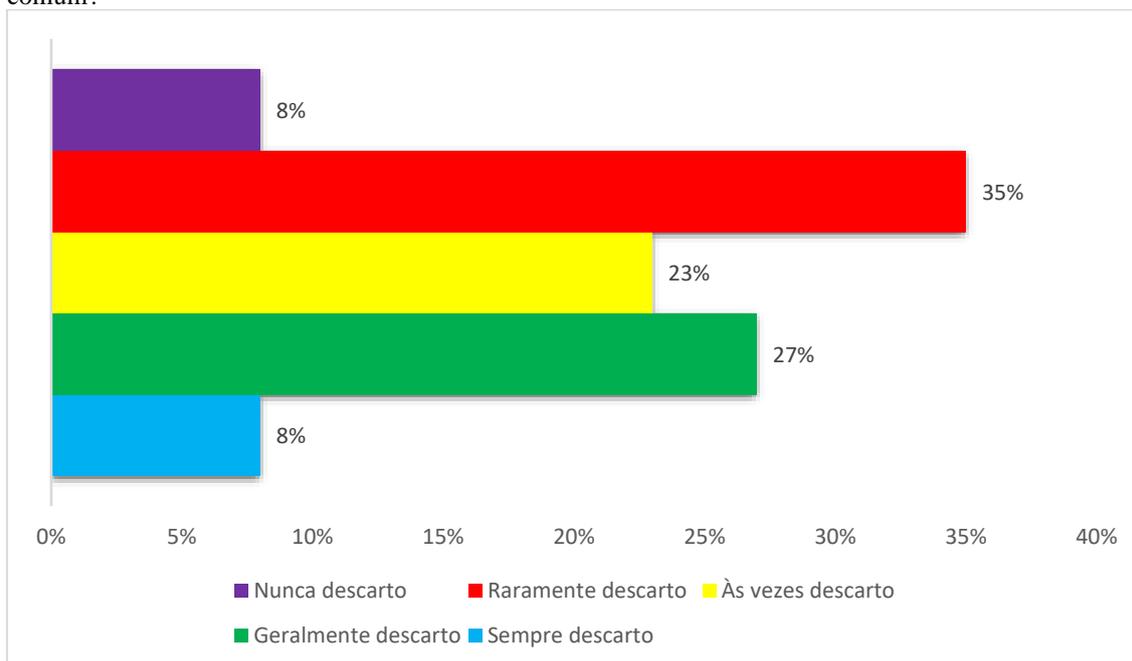
Buscando uma inserção maior à realidade de Belo Jardim, a questão 6 perguntava o grau de importância da presença da indústria de baterias na cidade, as respostas foram de moderado (4%), importante (42%) até muito importante (54%). O que dá para perceber, pelas respostas dos estudantes, é que eles consideram a empresa bastante relevante para a cidade.

Na questão 7, ao serem questionados sobre a possibilidade de alguns materiais que compõe pilhas e baterias poderem poluir o meio ambiente o índice de concordância foi elevado, 96% dos estudantes marcaram entre concordo e concordo totalmente, enquanto 4% não soube responder. O que mostra mais uma vez que maior parte dos estudantes entrevistados tem noção de que algumas pilhas/baterias podem promover impactos ambientais quando descartadas forma incorreta, a depender também dos materiais que a constituem.

Como neste trabalho também foi considerada a questão ambiental relacionada a temática de eletroquímica, é importante ressaltar o que foi citado por Lima e Silva (2018, p. 199): “entre os diversos materiais nocivos ao meio ambiente descartados no lixo comum oriundos do setor eletroeletrônico, destacam-se, as pilhas e baterias”. Por isso, é de extrema importância analisar os impactos que podem decorrer direta ou indiretamente do uso desta tecnologia.

Diante disso, na questão 8 foi perguntado a frequência com que eles descartam pilhas e baterias no lixo comum, e as respostas foram bem variadas, como pode ser visto no gráfico 2.

Gráfico 2: Respostas para a questão 8: “Quando você vai descartar uma pilha ou bateria, descarta no lixo comum?”



Fonte: Dados de pesquisa, 2022.

Assim, observando o Gráfico 2, verifica-se que a maioria dos estudantes participantes da pesquisa já descartou pilhas/baterias no lixo comum. Mostrando com isso a falta de uma conscientização ambiental, por parte destes, o que pode provocar efeitos adversos ao meio ambiente dependendo da composição dessas pilhas e da destinação final do lixo que saiu da residência do estudante.

Neste questionário foram obtidos resultados interessantes já no início da SD, e algumas das perguntas abordadas nele, serviram de comparação para os resultados obtidos no questionário final. Adiante, seguimos nossas discussões acerca dos resultados obtidos na aplicação do experimento.

5.2 Questionário do experimento

Como já relatado, o questionário do roteiro experimental (QE) foi composto por 4 questões abertas, e foi respondido por 8 grupos. Como eram 4 roteiros experimentais (Apêndice C), a Tabela 2 mostra a divisão dos grupos e com qual roteiro experimental cada um ficou.

Tabela 2: Divisão de experimentos por grupos

Experimentos	Grupos
Experimento 1 – Pilha de alumínio e cobre	G1

	G5
Experimento 2 – Pilha produzida utilizando batata em sua montagem	G2
	G6
Experimento 3 – Pilha produzida utilizando limão em sua montagem	G3
	G7
Experimento 4 – Bateria montada utilizando forma de gelo	G4
	G8

Fonte: A autoria própria, 2022.

A proposta foi montar pilhas diferente e a partir disso, mostrar que a corrente elétrica gerada não é totalmente dependente do meio que é utilizado para elaboração da pilha (água sanitária, água com sal, limão ou batata) mas sim, do metal que é utilizado, a Figura 6 mostra fotos da realização desta atividade.

Figura 6: Fotos das pilhas montadas pelos estudantes durante o experimento.



Fonte: Dados de pesquisa, 2022.

A questão 1 pedia apenas para o estudante registrar a voltagem obtida pela pilha, ou associação de mais pilhas em série, criada por ele. As outras questões caracterizavam-se por questões abertas tratando mais especificamente de conceitos científicos envolvidos ao experimento.

Na questão 2 desta atividade, foi perguntado qual processo químico que ocorreu no experimento da pilha. Dentre os 8 grupos participantes da atividade, somente o grupo G1 respondeu corretamente.

Resposta do grupo G1: “pode ter ocorrido o processo de oxirredução, fenômeno em que há produção de energia elétrica”.

Como foi visto ao longo do nosso trabalho, as reações redox (ou reações de oxirredução) são reações que envolvem a oxidação (perda de elétrons por uma espécie) e a redução (ganho de elétrons pela outra espécie). Este tipo de reação permite o movimento de uma corrente elétrica através de um circuito (ATKINS, 2018). Por isso, pode-se considerar a resposta do grupo G1 como correta.

O grupo G2 respondeu: “quanto mais pilhas, maior o multímetro. O metal é que indica muito”.

Apesar do grupo G2 não ter respondido corretamente ao que foi perguntado, é possível tentar interpretar o raciocínio que eles tiveram para responder à questão 2. Como estes grupos criaram mais de uma pilha e associaram essas pilhas em série, a resposta do G2 indica que quanto mais pilhas forem associadas, maior será o valor da tensão observada no multímetro. E indica ainda o fato de metais diferentes formarem pilhas diferentes.

Os outros grupos não formularam respostas corretas ao que foi questionado, dois desses, G5 e G7, associou o processo ao “ácido” presente no meio utilizado. Entretanto nem todas as substâncias utilizadas no meio foram ácidas, enquanto o G7 utilizou o limão como meio para o desenvolvimento da pilha, o G5 utilizou água sanitária, que não possui caráter ácido.

O que podemos denotar com esta análise é que mesmo obtendo o quantitativo de 46% dos estudantes afirmando saber o que eram reações de oxirredução no QI aplicado no momento 1, grande parte dos estudantes, dividido em grupos, não souberam explicar e associar os conceitos de oxidação e redução ao funcionamento das pilhas e baterias elaboradas na atividade experimental. O que mostra que eles ainda não apresentam aporte teórico para elaborar tal explicação, como tratou-se de uma questão aberta, seria necessário o conhecimento dos conceitos relacionados a este conteúdo para expressar uma resposta correta.

A questão 3 perguntava o que ocorreu com os metais no experimento. Os grupos G1 e G5, que construíram pilhas de cobre e alumínio utilizando água sanitária como meio (como mostrado na Tabela 2), formularam respostas parecidas e que apresentam certa correlação com o conteúdo científico.

Resposta do grupo G1: “Com o alumínio que estava no polo positivo teve desgaste total [...] e o cobre permaneceu intacto”.

Resposta do grupo G5: “O cobre permanece e o alumínio se desfez”.

A oxidação do alumínio ficou bem perceptível para os estudantes devido ao seu desgaste rápido, entretanto, eles ainda não conseguiam associar qual eletrodo sofreu oxidação e qual sofreu a redução por ainda não saber distinguir estes dois processos.

Outra resposta interessante é a do grupo G4, que elaborou uma pilha de zinco e cobre, seus integrantes afirmaram que: “O zinco é mais reativo que o cobre, já o cobre é menos reativo, esses metais estão ligados a eletropositividade, que faz com que os metais percam elétrons.” Nesta resposta pode-se perceber que os estudantes associaram o fenômeno de troca de elétrons à reatividade dos metais.

Os grupos G2, G3, G6 e G7 forneceram respostas relativamente parecidas, indicando que os metais forneciam ou conduziam a eletricidade. A resposta do grupo G6 foi também interessante, em que afirmam: “o cobre fornece energia positiva e o zinco energia negativa”. Isto indica que o uso do multímetro os auxiliou na identificação dos polos positivo e negativo da pilha. O grupo G8 não respondeu a esta pergunta. Entretanto, ainda faltava aprofundamento nas respostas com relação ao que foi perguntado, o que é de se esperar, visto que destes estudantes ainda não tinham estudado esse conteúdo no ambiente escolar.

Na questão 4 foi perguntado sobre qual seria a função do meio utilizado no desenvolvimento de cada pilha. Sobre isso, os grupos G2, G3, e G4 deram respostas relacionadas ao meio ser responsável por “fazer a ligação” da pilha. O que em partes não está incorreto pois, sem um meio com a presença de eletrólitos a pilha não funcionaria. Entretanto faltou um maior detalhamento na resposta.

Os grupos G1, G5 e G6 afirmaram que o meio utilizado fornece energia para o experimento, como exemplo trouxe a resposta do G6.

Resposta do grupo G6: “Sua função será gerar energia.”

Que não é o que ocorre na pilha pois, como vimos anteriormente, a ponte salina ou o eletrólito possuem a função de estabilização das cargas, ou seja, à medida em que a reação ocorre a região próxima ao cátodo da pilha vai aumentando a concentração de ânions devido ao processo de redução, para que a reação não entre em equilíbrio instantaneamente o eletrólito fornecerá cátions para este meio. O processo contrário ocorrerá na região do ânodo da pilha.

A maior parte dos grupos não conseguiu explicar especificamente como o meio está interagindo no processo da pilha do experimento. Os grupos G7 e G8 não responderam ao que foi questionado.

O fato dos estudantes não terem estudado eletroquímica implica em um alto índice de respostas incorretas a essa questão, que se cumula ao fato do processo de movimento dos íons em uma reação redox ser complexo assim como o conhecimento em eletroquímica, pois há grande dificuldade em associar esse conhecimento à fenômenos que ocorrem no mundo macroscópico. O conhecimento em eletroquímica exige do estudante um raciocínio bem elaborado em que, a partir de modelos explicativos, ocorra o entendimento dos fenômenos que acontecem no processo de transferência de elétrons, assim como visto no referencial teórico deste trabalho (BARRETO, et al, 2017).

Vale ressaltar que esta atividade de experimentação foi realizada no momento 2 da sequência didática. Ou seja, os estudantes só participaram de uma introdução ao conteúdo de eletroquímica no momento 1, mas o aprofundamento sobre esses conceitos científicos seria abordado somente no momento 3. A intenção de trazer a experimentação e estes questionamentos, era investigar melhor os conhecimentos prévios dos estudantes e, além disso, instigá-los a entender o processo que explicaria o funcionamento daquele experimento.

5.3 Questionário final

Para este questionário, foi inserida uma quantidade maior de questões, tanto abertas como objetivas, e ao longo deste tópico iremos analisar os dados obtidos nesse questionário e, na medida do possível, efetuar comparações entre os resultados obtidos ao longo de toda a aplicação desse trabalho.

A questão 1 (Na sua opinião, pilhas e baterias estão presentes no seu dia a dia?) repetiu o que foi perguntado no QI, analisando os dados coletados, percebeu-se que o índice de concordância se elevou ainda mais com relação ao objeto de comparação. “Concordo totalmente” foi de 58% no QI para 76% no QF. Os outros 26% dos estudantes marcaram “Concordo”, deixando as alternativas de discordância à neutralidade sem nenhuma marcação. Este alto índice de concordância pode indicar que a aplicação da SD permitiu uma maior associação destes equipamentos ao dia a dia do estudante.

Analisando a questão 4 (Ao longo dos anos, a evolução dos aparelhos eletrônicos que utilizamos demandaram pilhas e baterias cada vez mais eficientes) observou-se um alto índice de concordância, em que “concordo totalmente” foi escolhido por 48%, “Concordo” por 44%, enquanto 8% não soube responder. Com perspectivas parecidas, obteve-se um resultado positivo também na questão 2 (Pode-se afirmar que, ao longo dos

últimos anos, quase não houve mudanças no setor de equipamentos eletrônicos, tanto é que as pilhas e baterias ainda são muito rudimentares e ineficientes.) em que 88% dos estudantes perguntados posicionaram-se na escala de discordância com a afirmação, todavia, 12% marcaram “concordo”.

Como um dos objetivos da aplicação da SD era mostrar o desenvolvimento tecnológico atrelado às pilhas e baterias, a partir dos dados obtidos nas questões 2 e 4 percebe-se que os estudantes conseguiram assimilar bem o processo de desenvolvimento pelo qual pilhas e baterias passaram ao longo do tempo.

A questão 5 continha 8 afirmativas para os estudantes classificarem como V (verdadeiro) ou F (falso). Podemos destacar a seguir algumas afirmações específicas que serão relevantes para nossa discussão. Como por exemplo, nas alternativas que relacionavam reações químicas ao processo de funcionamento das pilhas e baterias tiveram um índice de acerto maior que 90%.

Na afirmação 4: “O princípio de funcionamento das pilhas e baterias está relacionado ao conteúdo de Eletroquímica.”, 96% dos estudantes participantes marcaram como verdadeiro.

Na afirmação 5: “Pilhas e baterias funcionam a partir de processos NÃO espontâneos.”, 88% marcaram como falsa, o que indica também uma possível assimilação da diferença entre processos espontâneos e não espontâneos.

Se compararmos os resultados destas afirmações com os obtidos na questão 4 do QI, que já havia obtido resultados positivos, percebemos que no geral os resultados do QF mantiveram-se semelhantes ao QI. O que reforça que estes conhecimentos básicos de eletroquímica foram assimilados por boa parte dos estudantes.

Foi adicionado ainda na questão 5 a seguinte afirmação sobre eletrólitos: 8ª afirmação - “O eletrólito impede que a reação da pilha entre em equilíbrio rapidamente, possibilitando uma maior duração da reação.”, obteve-se um resultado também positivo uma vez que 73% dos estudantes marcaram como verdadeiro. Quando comparamos o resultado desta alternativa com a 4ª questão do QE, em que não se obteve nenhuma resposta aprofundada sobre a função do eletrólito, percebemos que a maior parte dos estudantes pode ter entendido minimamente este conceito devido ao alto índice de acertos no questionário final.

Na questão 6 (Sobre reações de oxirredução, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:) aprofundou-se em conceitos mais específicos da química, trabalhados em

sala de aula ao longo da aplicação da SD, a Tabela 3 mostra os resultados obtidos para cada afirmação.

Tabela 3: Questão 6 (Sobre reações de oxirredução, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:) do questionário final

Afirmação	Resposta correta	Porcentagem de acertos
A redução ocorre no cátodo e está associada ao fenômeno de ganho de elétrons	V	77%
A oxidação está associada ao fenômeno de ganho de elétrons em uma reação química.	F	42%
A redução pode ocorrer tanto no cátodo como no ânodo de uma mesma pilha.	F	50%
As reações de oxidação e redução em uma pilha ocorrem simultaneamente.	V	42%
A oxidação ocorre no ânodo da pilha e está associada ao fenômeno de perda de elétrons.	V	73%
A oxidação ocasiona a perda de massa de um metal.	V	58%
O cátodo é o polo negativo da pilha e o ânodo é o polo positivo.	F	19%

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Diante do que foi expresso na Tabela 3, vale analisar algumas questões específicas. Pode-se observar incoerência entre as respostas da segunda afirmação (A oxidação está associada ao fenômeno de ganho de elétrons em uma reação química.) e a quinta afirmação (A oxidação ocorre no ânodo da pilha e está associada ao fenômeno de perda de elétrons.), em que a segunda obteve uma taxa de 42% de acertos enquanto a quinta com 73% de acertos, mesmo se tratando do mesmo conteúdo, oxidação, o índice de acertos foi bem variado. Isso pode ser comum em questões contendo frases afirmativas, muitas vezes devido à pressa para responder ou falta de atenção na leitura.

Na afirmação 4 (as reações de oxidação e redução em uma pilha ocorrem simultaneamente) tivemos uma taxa de 42% de acertos, o que pode indicar que o fato de as reações redox ocorrerem simultaneamente não foi tão bem compreendido pelos estudantes.

Outro ponto a se observar a partir da resposta da última afirmativa da questão 6 (O cátodo é o polo negativo da pilha e o ânodo é o polo positivo), é que possivelmente

ainda não ficou claro a diferenciação entre estes termos visto que somente 19% dos estudantes marcaram esta como uma alternativa falsa.

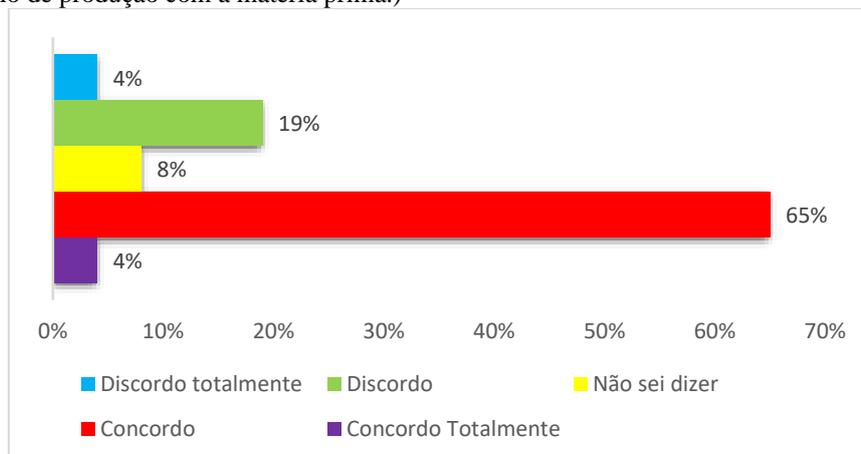
Como visto anteriormente, “a ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 2). Por isso, a proposta deste trabalho foi construída visando aproveitar destes contextos e associá-los ao desenvolvimento destas tecnologias. No questionário final também foram inclusas algumas questões neste sentido.

Por exemplo, na questão 9 (A geração de empregos e renda na cidade de Belo Jardim é muito beneficiada pela presença de uma indústria de baterias na cidade) cerca de 87% dos estudantes marcaram na escala de concordância enquanto 13% marcaram “não sei”. Percebe-se, diante deste resultado, que a maior parte dos estudantes entende que a indústria de baterias beneficia a economia da cidade na questão da geração de empregos.

Na questão 10 (O uso e descarte inadequado de pilhas e baterias podem provocar danos ambientais e à saúde humana.) todos os estudantes permaneceram na escala de concordância. O mesmo ocorreu na questão 12 (Alguns componentes que são utilizados na fabricação de pilhas e baterias são classificados como metais pesados. Você acha que esses metais podem poluir o meio ambiente), 38% dos estudantes marcaram “concordo totalmente” e 62% marcaram “concordo”. Essas questões nos indicam como está a percepções dos estudantes relacionado ao meio ambiente e saúde humana, percebemos que eles conseguiram assimilar os riscos decorrentes principalmente de um descarte inadequado de pilhas e baterias, principalmente aquelas que contém metais pesados ou outros materiais tóxicos em sua composição.

Na questão 11 (O retorno de uma bateria automotiva para a empresa reciclar esse material é benéfico para o meio ambiente, mas é inviável para a empresa, visto que é mais barato iniciar o ciclo de produção com a matéria prima.) tivemos um resultado bem variado, conforme pode ser visto no Gráfico 3:

Gráfico 3: Respostas da questão 11 do QF (O retorno de uma bateria automotiva para a empresa reciclar esse material é benéfico para o meio ambiente, mas é inviável para a empresa, visto que é mais barato iniciar o ciclo de produção com a matéria prima.)



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Percebe-se que esta questão gerou muitas dúvidas entre os estudantes. A intenção desta era analisar se os alunos entenderam a importância da reciclagem tendo em vista o processo de logística reversa aplicado ao mercado de baterias automotivas, ou seja, retornar os produtos usados para o processo de produção como matéria prima para novos produtos.

Como sabemos, é viável para empresas de baterias reciclar baterias usadas, por isso, ao se comprar uma bateria nova é oferecido um desconto considerável para o cliente caso ele queira entregar a bateria usada.

Mas analisando o Gráfico 3, percebemos que somente 23% dos participantes desta atividade marcaram na faixa de discordância sobre a afirmativa que diz que este processo seria inviável. Isso tanto pode estar associado ao fato destes estudantes ainda não terem percebido a importância deste processo de logística reversa como à falta de atenção na leitura da afirmativa.

A questão 14 (Sobre impactos sociais e ambientais das pilhas e baterias marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”) também objetiva, continha 6 afirmativas, o resultado obtido nela é mostrado na Tabela 4 e discutido a seguir.

Tabela 4: Respostas da questão 14 (Sobre impactos sociais e ambientais das pilhas e baterias marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:) do questionário final

Afirmção	Resposta correta	Porcentagem de acertos
Percebe-se a evolução das pilhas e baterias ao longo dos últimos anos, onde o mercado busca produtos cada vez mais eficientes.	V	96%

Pilhas e baterias podem poluir o meio ambiente quando descartadas no lixo comum, principalmente em cidades que descartam seus resíduos em aterros mal planejados ou lixões.	V	96%
Componentes presentes em pilhas e baterias não acarretam em nenhum tipo de contaminação seja para o solo ou para a água.	F	96%
O desenvolvimento de pilhas e baterias permite a criação de aparelhos com grande dependência da energia elétrica desde celulares e notebooks, até carros 100% elétricos.	V	96%
É irrelevante os impactos sociais que podem ser proporcionados por uma indústria de pilhas/baterias em uma cidade.	F	85%
Uma indústria de pilhas/baterias deve ser bastante responsável na gestão de suas matérias primas e do processo de produção, para evitar a contaminação de colaboradores e do meio ambiente.	V	100%

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Pode-se observar, a partir da resposta da questão 14, que o resultado foi bastante positivo. A partir dessa questão pode-se perceber o entendimento dos estudantes sobre algumas questões relevantes acerca dos vários contextos que englobam a ciência e tecnologia das pilhas e baterias. Cabe destacar as afirmativas 5 (É irrelevante os impactos sociais que podem ser proporcionados por uma indústria de pilhas/baterias em uma cidade) e 6 (Uma indústria de pilhas/baterias deve ser bastante responsável na gestão de suas matérias primas e do processo de produção, para evitar a contaminação de colaboradores e do meio ambiente) referentes ao meio em que o estudante vive, na 5ª afirmativa 85% indicavam ser relevantes os impactos sociais da presença da indústria, e na 6ª afirmativa todos (100%) os estudantes denotaram a responsabilidade de uma indústria de pilhas/bateria em todos seus processo para que se evite diversos tipos de contaminação. Esses resultados mostram uma conscientização por parte dos estudantes no que diz respeito a estes aspectos sociais e ambientais, aspectos estes que são fundamentais e integrados ao ensino CTSA.

A questão 15 (Com base no que foi discutido durante as aulas, você saberia dizer o que eletroquímica estuda?) era aberta e buscava obter mais resultados sobre pontos assimilados pelos estudantes acerca desse conteúdo científico. Dentre os 26 estudantes, 4 não souberam responder ao questionamento, 4 outros responderam de forma muito simplificada que a eletroquímica estudava pilhas e baterias. No mais, obteve-se respostas bem interessantes como as dos exemplos citados a seguir.

Estudante 6: “energia gerada a partir de elementos químicos”

Estudante 8: “os processos interligados às reações químicas, seja ela no processo de redução, mas também no processo de oxidação, transformando-se em eletricidade”

Estudante 9: “a produção de corrente elétrica por meio de reações químicas, pilhas e baterias”

Estudante 14: “estuda a aplicação do fenômeno da transferência de elétrons, tendo o objetivo de converter energia química em energia elétrica e vice-versa”

Podemos observar que de certa forma, houve assimilação do conteúdo por parte dos estudantes, apesar de o conceito está expresso de forma bastante simplificada, boa parte deles estão corretos com o que já foi abordado no referencial teórico deste trabalho.

A questão 16 (a partir dos nossos encontros em sala de aula, defina o que é uma reação de oxirredução), também aberta, teve um resultado menos satisfatório se comparado à questão anterior. Do total de 26 estudantes, 13 não souberam responder ou escreveram frases inconclusivas/incoerentes. Outros 5 estudantes trataram como reações de oxidação ou de redução de forma separada, como é o caso dos estudantes 7 e 10, mostrados a seguir.

Estudante 7: “uma reação de oxirredução ocorre quando uma pilha ou bateria ganha elétrons”.

Estudante 10: “é quando ocorre perda de elétrons e o metal começa a oxidar”.

Dentre as respostas mais completas, algumas são expressas abaixo.

Estudante 9: “é uma reação que há a transferência de elétrons entre as espécies químicas”.

Estudante 23: “reação é quando uma pilha ou bateria passa energia elétrica. Oxirredução é a perda de elétrons ou o ganho de elétrons”.

Estudante 26: “está associado ao ganho e perda de elétrons. E existe dois tipos nele, a oxidação e a redução”.

Diante dessas respostas podemos identificar que houve assimilação de conceitos científicos por parte dos estudantes. Se compararmos estes dados obtidos no questionário final com as respostas elaborada na questão 2 da atividade em grupo do momento 2, podemos notar uma diferença significativa na apropriação do conteúdo por parte dos estudantes participantes. Enquanto somente 1 de 8 grupos conseguiu descrever um processo de oxirredução no início da aplicação desta SD, no fim, 50% dos estudantes, de forma individual, conseguiram explicar o mesmo processo ou parte dele.

Na questão 17, primeiramente foi questionado sobre a opinião do estudante se os processos que ocorrem na eletroquímica estão presentes no nosso cotidiano. Diante disso

eles deviam responder entre “Sim” e “Não”. Nessa pergunta, 81% dos estudantes responderam que sim. A segunda parte era aberta e pedia exemplos em que estes processos estão presentes, a seguir estarão alguns relatos interessantes trazidos pelos estudantes.

Estudante 7: “cada vez mais esses processos estão mais presentes como, celulares, notebook, baterias de carro e moto”.

Estudante 8: “quando venho para a escola, está presente no carro, no aparelho celular, até mesmo no relógio de parede da minha mãe”.

A maioria das respostas seguiu na mesma linha de raciocínio citando quase os mesmos aparelhos.

Da mesma forma que a anterior, a questão 18 pergunta inicialmente se o estudante tinha o hábito de descartar pilha e bateria no lixo comum, 42% afirmaram que possuíam este hábito. Posterior a isso foi perguntado se o desenvolvimento do projeto ajudou a promover uma conscientização em relação ao descarte correto dos materiais. Esta segunda parte da questão foi respondida por 10 dos 26 estudantes, somente 4 delas encontram-se citadas adiante, elas foram destacadas pois se assemelham ao restante das respostas.

Estudante 8: “pois esse aprendizado foi muito importante para fixar o aprendizado, além de promover um estudo com práticas, promovendo um conhecimento excepcional”.

Estudante 18: “vai ajudar a preservar mais o meio ambiente e ter menos poluição”

Estudante 22: “vai influenciar em descartar o material corretamente, para impossibilitar tanto a poluição quanto danos à saúde humana”.

Estudante 26: “de agora em diante é bom descartar em um lixo apropriado porque eu percebi que as pilhas causam danos para o meio ambiente”

Assim como o que é proposto pela BNCC para o ensino, a ênfase sobre as consequências do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade, no ambiente, na cultura e na saúde também foi um objetivo a ser integralizado tanto neste questionário como ao longo de toda a SD (BRASIL, 2018). Anteriormente vimos a análise das questões do QF que abordaram os mais diversos contextos, desde os científicos até os mais ligados à realidade do estudante.

Para finalizar, temos a questão 19 (Você acha que o tipo de abordagem (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) utilizada nas nossas aulas favoreceu a compressão dos conceitos químicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica?) na escala Likert. O resultado foi interessante, 89% dos estudantes posicionaram-se na escala de

concordância, dentre eles 27% marcaram “concordo totalmente” e 62% “concordo”. Enquanto isso, 11% dos estudantes marcaram “não sei”.

Considerando o que foi trazido ao longo deste trabalho, percebemos que com a aplicação desta SD pôde-se explorar diferentes dimensões do conhecimento de eletroquímica abordando as interações desta ciência com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. O trabalho visou ainda adequar-se ao contexto do aluno, aproveitando que na cidade dele há uma indústria de baterias, torna-se ainda mais conveniente estudar como funciona este equipamento tecnológico e os impactos socioambientais que decorrem da produção e consumo dessa tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O resultado da questão 19 é bastante promissor e nos instiga sobre o quão necessário é a utilização de metodologias de ensino que facilitem a contextualização do conhecimento científico com a realidade do estudante, e é esse uma das motivações que levou a escolha da abordagem CTSA para esse trabalho.

Para finalizarmos nossas discussões, recorreremos novamente aos 3 objetivos da contextualização definidos por Santos (2007), detalhando cada objetivo sob a ótica do que se foi trabalhado aqui.

Começando pelo 3º objetivo, que é: “encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano” (SANTOS, 2007, p. 05). Percebemos, ao longo deste trabalho, que buscou-se mostrar as relações existentes entre o conteúdo científico de eletroquímica e a realidade do estudante da escola em que a pesquisa foi aplicada.

O fato da escola localizar-se na cidade de Belo Jardim – PE, que se destaca devido à presença de uma indústria de baterias, facilitou ainda mais associações do conteúdo ensinado ao cotidiano do aluno, aos problemas decorrentes do desenvolvimento deste tipo de tecnologia e até as questões sociais e econômicas que foram alteradas na região em que aluno vive. Todos esses pontos se associam à abordagem CTSA, de forma que se tornou um ensino mais integrado, estabelecendo relações entre aspectos sociais e ambientais decorrentes do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Além disso, outras tecnologias que estão presentes no nosso dia a dia foram também utilizadas para ampliar ainda mais a visão do estudante sobre aparelhos de ampla utilização na sociedade e como estes funcionam. Exemplo destas tecnologias utilizadas são: pilhas de relógio, pilhas recarregáveis, baterias de celulares, entre outros.

Partindo para a análise do 2º objetivo da contextualização, que é: “auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência”

(SANTOS, 2007, p. 05). Constatou-se que foi justamente um dos objetivos deste trabalho, para isso, foi feito o uso da abordagem CTSA em que ao longo de uma sequência didática foram sendo abordados diversos conceitos de química, desde a natureza da eletricidade e o desenvolvimento das primeiras pilhas e baterias, até cálculos da obtenção do potencial de uma pilha e, além disso, era abordado sobre uma visão mais abrangente acerca de aspectos sociais e ambientais.

Por fim, analisamos o 1º objetivo da contextualização: “desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia” (SANTOS, 2007, p. 05). A abordagem CTSA se caracterizou como um expoente na realização deste objetivo. Vimos ao longo deste trabalho que contextos sociais e ambientais referentes ao desenvolvimento de pilhas e baterias foram amplamente abordados e a intenção disso é justamente favorecer que o estudante desenvolva valores que compactuem com o bem da sociedade em geral.

Neste aspecto, identificamos que o resultado foi satisfatório se analisarmos as mudanças nas concepções dos alunos nos dados coletados ao longo deste processo. É perceptível a diferença na formulação de respostas, principalmente as relacionadas ao conteúdo de eletroquímica, se compararmos o QE e o QF.

Vale ressaltar que este conteúdo ainda não havia sido abordado no ensino médio desses alunos, tanto é que, nas questões descritivas do QE, mesmo estando divididos em grupos, pouquíssimos estudantes conseguiram definir corretamente o que eram processos de oxidação e/ou redução, também não era claro para eles que esses processos estavam ocorrendo no experimento realizado no momento 2. Entretanto, no fim da aplicação dessa SD, grande parte dos estudantes participantes da pesquisa conseguiram definir os processos de oxidação e/ou redução (pelo menos um dos dois processos). O que nos indica que houve uma assimilação destes conceitos básicos de eletroquímica.

6 CONCLUSÃO

Como visto anteriormente, este trabalho propôs o uso da abordagem CTSA para contextualizar o ensino de eletroquímica à realidade dos estudantes de Ensino Médio em uma escola de Belo Jardim, analisando, portanto, quais foram as contribuições oferecidas por este tipo de abordagem exercida no processo de ensino.

O que se percebeu a partir desta aplicação é que o conteúdo científico (eletroquímica) não foi inserido no processo de ensino de forma isolada e desconexa com a realidade do estudante, ou seja, dimensões sociais e ambientais também foram inseridas como forma de melhorar a compreensão do aluno acerca da ciência e tecnologia abordada (SANTOS; MORTIMER, 2002). Vemos que esse tipo de atividade foi de grande proveito para o estudante, pois 89% destes concordaram que este tipo de abordagem favoreceu a compreensão dos conteúdos de química.

Observando os objetivos que foram propostos para esta pesquisa, podemos verificar que foi alcançado o que se pretendia. Primeiramente, o trabalho buscou investigar as concepções prévias dos estudantes acerca dos contextos envolvidos ao conteúdo a ser trabalhado, este objetivo foi devidamente atingido nas primeiras atividades desenvolvidas, visto que o questionário inicial e as questões do experimento tiveram justamente esta função.

Outro objetivo seria analisar como o uso da abordagem CTSA pode auxiliar o processo de aprendizagem do conteúdo eletroquímica. O que se percebeu é que o uso dessa abordagem permitiu associações muito interessantes, principalmente devido ao contexto na cidade em que este trabalho foi realizado. Isso tornou o ensino mais completo, isto porque os aspectos sociais, econômicos, históricos e ambientais puderam ser facilmente associados pelos estudantes, não abandonando os conceitos científicos, que como visto nos resultados desta pesquisa muitos estudantes conseguiram assimilar conceitos sobre eletroquímica.

Por fim, pretendia-se verificar se a intervenção promoveu aos estudantes desenvolvimento da consciência ambiental acerca da temática. Nos dados coletados podemos perceber possibilidades para mudanças de hábitos para alguns estudantes que afirmavam descartar pilhas e baterias em locais incorretos, mas que após a aplicação deste trabalho os mesmos afirmaram ter mais consciência dos locais corretos para efetuar o

descarte e também das consequências tanto sociais quanto ambientais decorrentes do manejo incorreto destas tecnologias.

Diante disso, ressalto que esta proposta didática promoveu uma longa jornada de aprendizados, tanto ao aplicador quanto aos estudantes que participaram da pesquisa. E, espera-se que a partir desta outros professores e pesquisadores na área de ensino de química possam encontrar aqui subsídios para suas futuras práticas.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed., Porto Alegre: Bookman, 2018. 1084p.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, jan. 2001.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, V. 39, n. 1, p.52-58, fev. 2017.
- BOCCHI, N.; BIAGGIO, S. R.; ROCHA-FILHO, R. C. Prêmio Nobel da Química 2019 Láurea pelo Desenvolvimento das Baterias de Íons Lítio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 320-326, nov. 2019.
- BORGES, C. O. *et al.* Vantagens da Utilização do Ensino CTSA Aplicado à Atividades Extraclasse. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010, Brasília. Microsoft Word - R0277-1.DOC. DF, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ ENSINO MÉDIO ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. CIÊNCIAS DA NATUREZA MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS. Brasília-DF, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: EDUCAÇÃO É A BASE. Brasília-DF., 2018.
- BROWN, T. L. *et al.* **QUÍMICA A CIÊNCIA CENTRAL**. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. 1216 p.
- CERUTTI, D. M. L. **LIVRO DIDÁTICO CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Paraná: UEPG, 2017. 68 p.
- GERHARDT, T. E.; SILVERA, D. T. Métodos de Pesquisa. 1. Ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. 120 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRUPO MOURA, 2017. Disponível em: <https://www.grupomoura.com/> Acessado em: 10/11/2021.
- GUIMARÃES, Paulo Ferraz et al. (Org.). Um olhar territorial para o desenvolvimento: Nordeste. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. 572 p. ISBN 9788587545510
- LIMA, R. L.; SILVA, C. M. L. F. O DESCARTE DAS PILHAS E BATERIAS COMO TEMA DE ENSINO EM GRUPOS COOPERATIVOS. **Experiências em Ensino de Ciências**, Parnamirim, v.13, n.1, p. 198–210, 2018.

LIMA, J. F. L., PINA, M. S. L., BARBOSA, R, M, N., JÓFILI, Z. M. S. A
Contextualização no Ensino de Cinética Química. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 26–29, maio. 2000.

MONTEIRO, M. G. **DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS INSTRUCIONAIS VOLTADOS AO ENSINO DE ELETROQUÍMICA**. 2018. 51 p. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal De Viçosa, Viçosa – MG, 2018.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **RAC (Revista de Administração Contemporânea)**, Curitiba, v. 15, n. 4, jul./ago. 2011.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis. R0145-2.pdf. Santa Catarina, 2016

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1. p. 95 – 111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, 2002.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, 2007.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e suas Relações Sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, Ponta Grossa, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização do ensino de Química através do livro didático. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 22, p. 42-47, nov. 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A química no ensino Fundamental de ciências. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 2, p. 15-18, nov. 1995



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA



APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência Didática	
Momento 1	
Tempo de duração	100 min
Objetivos	Introduzir os estudantes à temática e a aplicar o questionário inicial.
Conteúdos	Introdução à temática
Atividade	Diálogo com os estudantes sobre o contexto histórico de sua cidade, e as questões sociais e ambientais relacionadas à temática.
Momento 2	
Tempo de duração	100 min
Objetivo	Construir um experimento científico com a finalidade de demonstrar de forma simplificada os princípios envolvidos na tecnologia que será explicada ao longo desta temática
Conteúdos	- Pilhas e baterias
Atividade	Distribuir a turma em grupos para realização de experimentos envolvendo a construção de pilhas e baterias, questionando os estudantes sobre a razão da ocorrência deste fenômeno.
Momento 3	
Tempo de duração	100 min
Objetivos	Apresentar o conteúdo científico referente à temática escolhida.
Conteúdo	- Eletroquímica - Reações redox - Pilhas e baterias
Atividade	Apresentação de slides e discussão com os estudantes com demonstração experimental da pilha de Daniell.
Momento 4	
Tempo de duração	50 min
Objetivos	Analisar o processo de construção e funcionamento de diferentes tipos de pilhas e baterias. Observar a evolução que ocorreu ao longo desse processo de desenvolvimento de novas pilhas e baterias.
Conteúdo	- Pilha seca ácida; - Pilha seca alcalina; - Outros tipos de pilha; - Baterias chumbo-ácido; - Baterias de lítio.

Atividade	Apresentação de slides e discussão com os estudantes.
Momento 5	
Tempo de duração	50 min
Objetivos	Explorar o contexto histórico da cidade e dialogando com os estudantes sobre impactos sociais e ambientais relativos ao desenvolvimento e uso desta tecnologia.
Conteúdo	Contextos sociais e ambientais referentes à temática
Atividade	Discussão sobre temática com os estudantes.
Momento 6	
Tempo de duração	50 min
Objetivos	Aplicar o questionário final e discussão sobre a aplicação do projeto
Conteúdo	-
Atividade	Discussão com os estudantes sobre o encerramento da atividade e aplicação do questionário final.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (QI)

Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente



Prezado Aluno (a), este questionário tem como finalidade contribuir para o Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Ayrton Almeida Cordeiro de Farias do curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. As respostas aqui coletadas serão mantidas em sigilo e subsidiarão à análise desse trabalho. Desde já agradecemos a sua contribuição.

- 1) Na sua opinião, pilhas e baterias estão presentes no seu dia a dia?
 - () Concordo Totalmente
 - () Concordo
 - () Não sei dizer
 - () Discordo
 - () Discordo totalmente

- 2) Com que frequência você utiliza pilhas e baterias (ou aparelhos que necessitem destes materiais) no seu dia a dia?
 - () Muito frequente
 - () Frequentemente
 - () Ocasionalmente
 - () Raramente
 - () Nunca

- 3) Você considera que as pilhas e as baterias são recursos tecnológicos importantes?
 - () Muito importante
 - () Importante
 - () Moderado

- Pouco importante
- Não é importante
- 4) Sobre as pilhas e baterias, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”?
- As pilhas e as baterias fornecem energia elétrica a partir da ocorrência de reações químicas.
- Nas pilhas e baterias não ocorre nenhum tipo de reação química, a energia elétrica é gerada apenas por processos físicos.
- As pilhas e as baterias podem ter diversas substâncias químicas em sua composição, e algumas dessas substâncias podem ser tóxicas e poluentes.
- O princípio de funcionamento das pilhas e baterias está relacionado ao conteúdo de Eletroquímica.
- As reações químicas que ocorrem em pilhas ou baterias não são classificadas com reações oxidação e redução.
- As pilhas e as baterias possuem dois polos, um positivo e outro negativo.
- 5) Qual dos seguintes termos, que estão associados ao funcionamento de pilhas e baterias, você conhece o significado (é possível marcar mais de uma alternativa):
- Anodo e catodo
- Polo positivo e negativo
- Corrente elétrica
- Oxidação e redução
- Energia elétrica
- Energia química
- 6) Qual o grau de importância da presença de uma indústria de baterias em sua cidade?
- Muito importante
- Importante
- Moderado
- Pouco importante

Não é importante

7) Alguns componentes que são utilizados na fabricação de pilhas e baterias são classificados como metais pesados. Você acha que esses metais podem poluir o meio ambiente?

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

8) Quando você vai descartar uma pilha ou bateria, descarta no lixo comum?

Sempre descarto

Geralmente descarto

Às vezes descarto

Raramente descarto

Nunca descarto

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL (QF)

Universidade Federal de Pernambuco
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente



Prezado Aluno (a), este questionário tem como finalidade contribuir para o Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Ayrton Almeida Cordeiro de Farias do curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. As respostas aqui coletadas serão mantidas em sigilo e subsidiarão à análise desse trabalho. Desde já agradecemos a sua contribuição.

- 1) Na sua opinião, pilhas e baterias estão presentes no seu dia a dia?

 Concordo Totalmente
 Concordo
 Não sei dizer
 Discordo
 Discordo totalmente

- 2) Pode-se afirmar que, ao longo dos últimos anos, quase não houve mudanças no setor de equipamentos eletrônicos, tanto é que as pilhas e baterias ainda são muito rudimentares e ineficientes.

 Concordo Totalmente
 Concordo
 Não sei dizer
 Discordo
 Discordo totalmente

- 3) Você considera que as pilhas e as baterias são recursos tecnológicos importantes?

 Muito importante
 Importante
 Moderado
 Pouco importante

Não é importante

- 4) Ao longo dos anos, a evolução dos aparelhos eletrônicos que utilizamos demandaram pilhas e baterias cada vez mais eficientes.

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

- 5) Sobre a química das pilhas e baterias, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:

As pilhas e as baterias fornecem energia elétrica a partir da ocorrência de reações químicas.

Nas pilhas e baterias não ocorre nenhum tipo de reação química, a energia elétrica é gerada apenas por processos físicos.

As pilhas e as baterias podem ter diversas substâncias químicas em sua composição, e algumas dessas substâncias podem ser tóxicas e poluentes.

O princípio de funcionamento das pilhas e baterias está relacionado ao conteúdo de Eletroquímica.

Pilhas e baterias funcionam a partir de processos NÃO espontâneos.

As reações químicas que ocorrem em pilhas ou baterias não são classificadas com reações oxidação e redução.

As pilhas e as baterias possuem dois polos, um positivo e outro negativo.

O eletrólito impede que a reação da pilha entre em equilíbrio rapidamente, possibilitando uma maior duração da reação.

- 6) Sobre reações de oxirredução, marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:

- A redução ocorre no cátodo e está associada ao fenômeno de ganho de elétrons.
- A oxidação está associada ao fenômeno de ganho de elétrons em uma reação química.
- A redução pode ocorrer tanto no cátodo como no ânodo de uma mesma pilha.
- as reações de oxidação e redução em uma pilha ocorrem simultaneamente (ao mesmo tempo).
- A oxidação ocorre no ânodo da pilha e está associada ao fenômeno de perda de elétrons.
- A oxidação ocasiona a perda de massa de um metal.
- O cátodo é o polo negativo da pilha e o ânodo é o polo positivo.

7) Baterias como as de Chumbo-Ácido e de Lítio são de grande importância pelo fato de poderem ser recarregadas. Dessa forma, pode-se afirmar que essas baterias realizam reações químicas irreversíveis em seu interior.

- Concordo Totalmente
- Concordo
- Não sei dizer
- Discordo
- Discordo totalmente

8) Qual o grau de importância da presença de uma indústria de baterias em sua cidade?

- Muito importante
- Importante
- Moderado
- Pouco importante
- Não é importante

9) A geração de empregos e renda na cidade de Belo Jardim é muito beneficiada pela presença de uma indústria de baterias na cidade.

- Concordo Totalmente
- Concordo
- Não sei dizer
- Discordo

Discordo totalmente

10) O uso e descarte inadequado de pilhas e baterias podem provocar danos ambientais e à saúde humana.

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

11) O retorno de uma bateria automotiva para a empresa reciclar esse material é benéfico para o meio ambiente, mas é inviável para a empresa, visto que é mais barato iniciar o ciclo de produção com a matéria prima.

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

12) Alguns componentes que são utilizados na fabricação de pilhas e baterias são classificados como metais pesados. Você acha que esses metais podem poluir o meio ambiente?

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

13) Metais pesados geralmente apresentam a característica de serem Bioacumulativos, sobre isso marque a alternativa correta

a) Há um acúmulo exagerado desses metais no subsolo e em leitos de rios.

b) Bioacumulação está ligada ao efeito desses metais formarem agregados sólidos.

c) Bioacumulação indica que esses metais podem acumular-se progressivamente ao longo de cadeias alimentares.

d) Indica que pode haver o acúmulo de metais pesado no ar e na água.

14) Sobre impactos sociais e ambientais das pilhas e baterias marque “V” para “verdadeiro” e “F” para “falso”:

() Percebe-se a evolução das pilhas e baterias ao longo dos últimos anos, onde o mercado busca produtos cada vez mais eficientes

() Pilhas e baterias podem poluir o meio ambiente quando descartadas no lixo comum, principalmente em cidades que descartam seus resíduos em aterros mal planejados ou lixões.

() Componentes presentes em pilhas e baterias não acarretam em nenhum tipo de contaminação seja para o solo ou para a água.

() O desenvolvimento de pilhas e baterias permite a criação de aparelhos com grande dependência da energia elétrica desde celulares e notebooks, até carros 100% elétricos.

() É irrelevante os impactos sociais que podem ser proporcionados por uma indústria de pilhas/baterias em uma cidade.

() Uma indústria de pilhas/baterias deve ser bastante responsável na gestão de suas matérias primas e do processo de produção, para evitar a contaminação de colaboradores e do meio ambiente.

15) Com base no que foi discutido durante as aulas, você saberia diz o que eletroquímica estuda?

16) A partir dos nossos encontros em sala de aula, defina o que é uma reação de oxirredução.

17) Você acha que os processos que ocorrem na eletroquímica estão presentes no nosso cotidiano?

Sim Não

Caso tenha respondido sim, poderia citar alguns exemplos em que estes processos estão presentes?

18) Você tinha o hábito de descartar pilha e bateria no lixo comum?

Sim Não

Caso tenha respondido sim, você acha que os nossos encontros em sala de aula promoveram uma conscientização em relação ao descarte correto destes materiais? Como isto vai influenciar na sua atitude em relação ao descarte destes materiais a partir de agora?

19) Você acha que o tipo de abordagem (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) utilizada nas nossas aulas favoreceu a compreensão dos conceitos químicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica?

Concordo Totalmente

Concordo

Não sei dizer

Discordo

Discordo totalmente

APÊNDICE D - ROTEIROS E QUESTIONÁRIOS DOS EXPERIMENTOS (QE)

Experimento 1 – Pilha de alumínio e cobre

Materiais:

- Água Sanitária (hipoclorito de sódio, NaClO) ou Sal de Cozinha (NaCl)
- Pedacos de fios de cobre (maior que a altura do copo)
- Copo médio
- Pedacos de Papel alumínio
- Fita adesiva
- Multímetro

Procedimento:

1. Pegue um pedaço de papel alumínio, com comprimento um pouco maior do que o copo que será usado no experimento, e com aproximadamente 6 cm de largura. Em seguida, dobre o papel alumínio ao meio ao longo do comprimento, e coloque o papel alumínio na parte interna do copo, dobrando uma parte do papel sobre a borda do copo.
2. Coloque o fio de cobre na parte interna do copo, dobrando o fio de cobre também na borda do copo, à frente do papel alumínio, sem permitir que os dois encostem.
3. Utilize a fita adesiva para ajudar a fixar os metais na borda do copo (figura 1).
4. Coloque água sanitária dentro do copo até cobrir boa parte do alumínio e do cobre.
5. Utilize os fios com as garras de jacaré para auxiliar a conexão dos metais.
6. Agora a pilha já está pronta, utilize um multímetro para medir sua tensão (voltagem) ou teste se é possível ligar alguns aparelhos com ela.

Figura 1 – Montagem da pilha



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zzGM6otosTQ>

Observações:

Em uma segunda pilha pode-se substituir a água sanitária por água com sal (NaCl) e comparar com a primeira.

Após realizar o experimento, responda as seguintes questões:

1) Qual voltagem gerada pela pilha desenvolvida?

2) Você saberia dizer qual processo químico que ocorreu no experimento, e que resultou na voltagem observada no multímetro?

3) Você saberia dizer o que acontece com os metais (cobre e alumínio) durante o experimento?

4) Você saberia dizer qual a função das soluções (água sanitária e água com sal de cozinha) utilizadas na montagem da pilha?

Experimento 2 – Pilha produzida utilizando batata em sua montagem

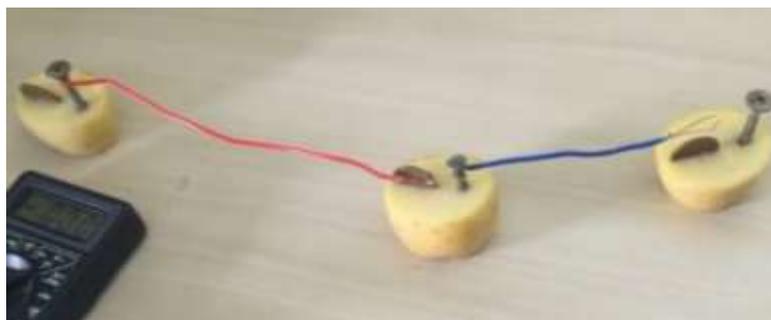
Materiais:

- Material de cobre;
- Material de zinco;
- Material de ferro;
- Batatas.
- Multímetro

Procedimento:

1. Corte uma batata pela metade.
2. Insira na superfície da batata o material de cobre e o de zinco, de forma que um fique na frente do outro, deixando para fora aproximadamente metade da superfície do metal (como ilustrado na figura 1). Não deixe os metais se tocarem dentro da batata.
3. Utilize fios com as garras de jacaré para auxiliar a conexão dos metais.
4. Verifique o funcionamento da pilha usando um multímetro e, se possível, também pode usar algum aparelho eletrônico.

Figura 1 – Montagem da pilha



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zucR-FtwG0c>

Observações:

Numa segunda pilha você pode repetir o procedimento e substituir o material de zinco pelo de ferro e observar as diferenças.

Após realizar o experimento, responda as seguintes questões:

1) Qual voltagem gerada pela pilha desenvolvida?

2) Você saberia dizer qual processo químico que ocorreu no experimento, e que resultou na voltagem observada no multímetro?

3) Você saberia dizer o que acontece com os metais (cobre e zinco) durante o experimento?

4) Você saberia dizer qual a função da batata usada na montagem da pilha?

Experimento 3 – Pilha produzida utilizando limão em sua montagem

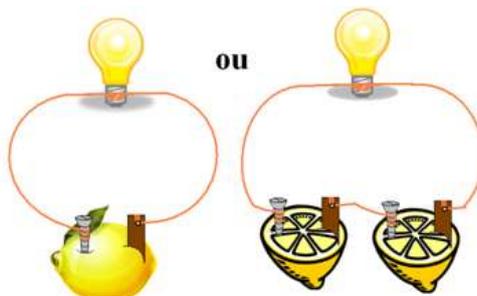
Materiais:

- Limão
- Material de cobre;
- Material de zinco;
- Material de ferro;

Procedimento:

1. Faça dois pequenos cortes na casca do limão e enfie em um dos cortes o material de cobre e no outro o material de zinco (os metais não devem se tocar), como ilustrado na figura 1.
2. Utilize os fios com as garras de jacaré para auxiliar a conexão dos metais;
3. Verifique o funcionamento da pilha usando um multímetro e, se possível, também pode usar algum aparelho eletrônico.

Figura 1 – Montagem da pilha



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/pilha-limao.htm>

Observação:

Numa segunda pilha você pode repetir o procedimento e substituir o material de zinco pelo de ferro e observar as diferenças.

Após realizar o experimento, responda as seguintes questões:

1) Qual voltagem gerada pela pilha desenvolvida?

2) Você saberia dizer qual processo químico que ocorreu no experimento, e que resultou na voltagem observada no multímetro?

3) Você saberia dizer o que acontece com os metais (cobre e zinco) durante o experimento?

4) Você saberia dizer qual a função do limão utilizado na montagem da pilha?

Experimento 4 – Bateria montada utilizando forma de gelo

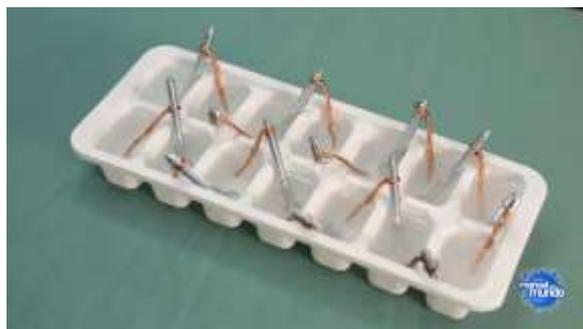
Materiais:

- Parafusos (o número de parafusos depende do número de buracos na forma de gelo)
- Uma forma de gelo
- Sal de cozinha (NaCl)
- Cobre (retirado de fios)
- Multímetro

Procedimento:

1. Descasque os fios para retirar o cobre. Depois, corte o cobre e enrole nos parafusos, formando um V.
2. Encha a forminha com uma solução de água e sal. Não deixe a solução passar de um buraco para o outro!
3. Coloque os parafusos nos buracos da forma de gelo, de forma que a cabeça do parafuso fique em um buraco e o cobre no próximo. (Como ilustrado na figura 1)
4. Utilize os fios com as garras de jacaré para auxiliar a conexão dos metais;
5. Verifique o funcionamento da bateria usando um multímetro e, se possível, também pode usar algum aparelho eletrônico .

Figura 1 – Montagem da pilha



Fonte: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=19YS4KuiK_w

Observação:

Após o teste apenas com água e sal, nas formas de gelo, adicione cerca de 10 mL de água sanitária e observe as diferenças.

Após realizar o experimento, responda as seguintes questões:

1) Qual voltagem gerada pela bateria desenvolvida?

2) Você saberia dizer qual processo químico que ocorreu no experimento, e que resultou na voltagem observada no multímetro?

3) Você saberia dizer o que acontece com os metais (cobre e zinco) durante o experimento?

4) Você saberia dizer qual a função da solução de água e sal de cozinha utilizada na montagem da bateria?

APÊNDICE E – SLIDES USADOS EM AULA



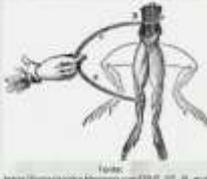
O que vamos aprender neste processo?

Até final deste momento precisamos saber:

- O que é energia elétrica? E energia química?
- O que são pilhas e baterias?
- O que é oxidação?
- O que é redução?
- Quais reações químicas estão envolvidas neste processo
- Como calcular o potencial de uma pilha?

Primórdios

Ainda no século XVIII, o cientista italiano Luigi Galvani realizou uma descoberta interessante sobre a **natureza da eletricidade**.



Fonte: <https://www.gutenberg.org/files/48371/48371-h/48371-h.htm>

No fim do mesmo século, outro cientista italiano, Alessandro Volta, se contrapôs a ideia de Galvani sobre como ocorria tal fenômeno.

Primeira Pilha

Volta foi responsável por provar que a eletricidade provinha dos metais.



Para isso, ele criou um aparelho que ficou conhecido como "**pilha voltaica**", a primeira bateria a ser inventada.

Fonte: <https://www.brasilescola.com/quimica/a-pilha-voltaica.htm>

Eletroquímica



Assim surgiu a **Eletroquímica**

Que é o ramo da Química que estuda a aplicação do fenómeno de transferência de **elétrons** com o objetivo de converter energia química em energia elétrica e vice-versa.

Eletroquímica

Na **Eletroquímica** estudaremos dois processos diferentes:

Processo Espontâneo

Conversão de energia química em elétrica.

Processo Não Espontâneo

Conversão de energia elétrica em química.

Energia química → **pilha: espontâneo** → Energia elétrica
← **eletrólise: não espontâneo** ←

Reações Redox

Quais as reações estudadas na **Eletroquímica**?

São chamadas de **Reações Oxirredução ou Reações REDOX**

Reações químicas em que há troca de elétrons pelas substâncias participantes da reação.



Reações Redox

OXIDAÇÃO

NUMA REAÇÃO EM QUE HÁ TROCA DE ELÉTRONS, UMA ESPÉCIE QUÍMICA IRÁ **PERDER ELÉTRONS**

ESSA ESPÉCIE ESTÁ **OXIDANDO**



Reações Redox

REDUÇÃO

NUMA REAÇÃO EM QUE HÁ TROCA DE ELÉTRONS, UMA ESPÉCIE QUÍMICA IRÁ **GANHAR ELÉTRONS**

ESSA ESPÉCIE ESTÁ **REDUZINDO**



Reações Redox

$$\overset{0}{\text{Zn}}(\text{s}) + \overset{2+}{\text{Cu}}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \overset{2+}{\text{Zn}}^{2+}(\text{aq}) + \overset{0}{\text{Cu}}(\text{s})$$

perdeu 2 e⁻ sofreu oxidação
Zn(s) é um agente redutor

ganhou 2 e⁻ sofreu redução
Cu²⁺(aq) é um agente oxidante

QUEM ESTÁ OXIDANDO? **QUEM ESTÁ REDUZINDO?**

QUEM É O AGENTE REDUTOR? **QUEM É O AGENTE OXIDANTE?**

Reações Redox

O átomo ou ion que perde elétrons sofre oxidação;
a substância que contém esse átomo ou ion é um redutor.

O NOX aumenta

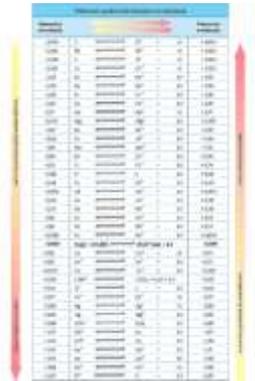
..., -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, ...

O NOX diminui

O átomo ou ion que ganha elétrons sofre redução;
a substância que contém esse átomo ou ion é um oxidante.



COMO SABER QUEM OXIDA E QUEM REDUZ?



QUEM OXIDOU E QUEM REDUZIU EM CADA EXPERIMENTO?

Na Pilha de Cobre e Alumínio?



Na Pilha que Utilizou Limões como Meio?



Na Pilha que foi Montada nas Formas de Gelo?



E na Pilha que Utilizou Batatas como meio?



SE SÓ OS METAIS ESTÃO PARTICIPANDO DA REAÇÃO, ENTÃO...

QUAL É A FUNÇÃO DA ÁGUA SANITÁRIA?



QUAL É A FUNÇÃO DOS LIMÕES?



QUAL É A FUNÇÃO DA ÁGUA COM SAL?



QUAL É A FUNÇÃO DA BATATA?



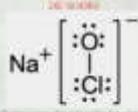
ELETRÓLITOS

O eletrólito em geral é uma solução de um composto iônico em água



EXEMPLOS:

ÍON QUÍMICO
DE SÓDIO



CLORETO DE SÓDIO



ÁCIDO
CLORIDRICO

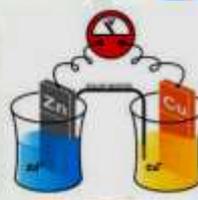


ENTÃO, AGORA VOCÊ JÁ ENTENDE O FUNCIONAMENTO DE UMA PILHA?

Em 1836, Daniell criou uma nova pilha.

A pilha de Daniell funcionava com dois eletrodos interligados.

Cada eletrodo era um sistema constituído por um metal imerso em uma solução aquosa de um sal formado pelos cátions desse metal.



REAÇÕES

**MEIA-REAÇÃO DE OXIDAÇÃO
(ANODO)**

$$\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$$

**MEIA-REAÇÃO DE REDUÇÃO
(CATODO)**

$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu(s)}$$


REAÇÕES

REAÇÃO GLOBAL

$$\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$$

+

$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu(s)}$$

=

PONTES SALINAS

A função da ponte salina é permitir a migração de íons de uma solução para a outra, de modo que o número de íons positivos e negativos na solução de cada eletrodo permaneça em equilíbrio.



POTENCIAL PADRÃO

- Quanto menor o potencial-padrão de redução, maior a capacidade que o metal possui em doar elétrons, e vice-versa.
- Quanto menor o potencial-padrão de oxidação, maior a capacidade que o cátion possui em receber elétrons, e vice-versa.

FORÇA ELETROMOTRIZ

FATORES IMPORTANTES:

- **CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO**
- **TEMPERATURA**

COMO CALCULAR?

$$\Delta E = E_{\text{redução do Cu}} - E_{\text{redução do Zn}}$$

OU

$$\Delta E = E_{\text{oxidação do Zn}} - E_{\text{oxidação do Cu}}$$

• Quanto maior a diferença de potencial (ddp) dos eletrodos de uma pilha, maior será a intensidade de corrente elétrica produzida, portanto maior a força eletromotriz.

MOMENTO 4

PILHAS E BATERIAS
APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS




ATUALMENTE, ESTAMOS CERCADOS DE APARELHOS QUE NECESSITAM DE ENERGIA ELÉTRICA PARA SEU FUNCIONAMENTO



Pilha Seca Ácida

Pilhas Não Recarregáveis

ANODO: Zinco Metálico
CÁTODO: Bastão de Grafita
ELETROLITO: Mistura de Cloreto de Amônio, Óxido de Manganês e Carbono Pulverizado.



$$\begin{array}{l} \text{Anodo: } \text{Zn(s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \\ \text{Cátodo: } \text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{NH}_4^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \\ \text{Pilha: } \text{Zn(s)} + \text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{NH}_4^{+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \end{array}$$

- Reações de Pasteleira
- Vazamento
- Cada Célula fornece 1,5 V

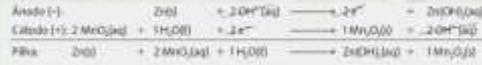


Pilha Seca Alcalina

Pilhas Não Recarregáveis



ÂNODO: Zinco Metálico
CÁTODO: Mistura de MnO_2 e Grafita
ELECTRÓLITO: Hidróxido de Potássio



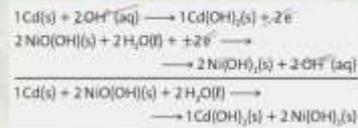
- Possui revestimento em Ag
- Maior vida útil se comparado à pilha acida
- Cada Célula fornece 1.5 V

Pilha Níquel-Cádmio

Pilhas Recarregáveis



ÂNODO: Cádmio
CÁTODO: Óxi-Hidróxido de Níquel



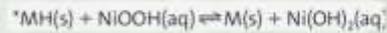
- Alta toxicidade do Cádmio
- Mais pesada
- Baixa vida útil
- Cada célula fornece 1.3 V

Pilha Níquel-Metal Hidreto

Pilhas Recarregáveis



ÂNODO: Hidreto Metálico
CÁTODO: Óxi-Hidróxido de Níquel



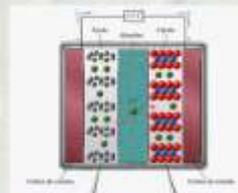
- Maior tempo de vida
- Mais capacitada
- Suporta mais recargas

Pilha de Ion-Lítio

Pilhas Recarregáveis



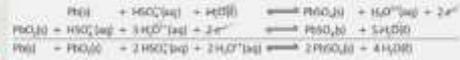
- Maior vida útil
- Maior duração das cargas
- Cada Célula fornece 3,7 V
- Preços mais elevados
- O aquecimento elevado pode provocar explosões deste tipo de bateria



Baterias de Chumbo Ácido

Pilhas Recarregáveis

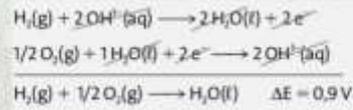
ANODO: Chumbo
CATODO: Dióxido de Chumbo
ELECTROLITO: Ácido Sulfúrico



- Cada Célula fornece 2 V
- Recarrega enquanto o automóvel está em funcionamento
- O chumbo é um contaminante ao meio ambiente

Células de Combustível

Pilhas Recarregáveis



- Cada célula fornece 1 V
- Energia térmica liberada pela queima de combustíveis pode ser convertida em energia elétrica
- Não é poluente



MOMENTO 5



PILHAS E BATERIAS
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

METAIS PESADOS

- O que são?
- Quais seus impactos à Saúde e ao Meio Ambiente?



ELE NÃO



MERCÚRIO

- Pode provocar danos à pele, náuseas, dor abdominal, diarreia com sangue, danos aos rins e até morte;
- É teratogênico e bioacumulativo.



CHUMBO

- Prejudicial ao cérebro e sistema nervoso;
- Pode afetar ao sistema circulatório, pode causar anemia e disfunção renal, perturbações no sistema digestório e genital;
- É cancerígeno e bioacumulativo.



CÁDMIO

- Previne difusão renal e problemas pulmonares;
- Pode causar danos ao sistema genital;
- É cancerígeno e bioacumulativo.



MANGANÊS

- Interfere a atuação do ferro na produção de hemoglobina, causando irritabilidade, dor de cabeça, insônia e fraqueza nos nervos;
- Afeta o sistema circulatorio, provoca gastrite irreversível e insônia.



MEIO AMBIENTE

PARA ONDE VAI AS PILHAS E BATERIAS DESCARTADAS NO LIXO COMUM?

LIXÃO



ATERRO SANITÁRIO



OU

Reciclagem

Baterias Automotivas



A RECICLAGEM DE BATERIAS AUTOMOTIVAS É MUITO VANTAJOSA PARA A INDÚSTRIA

Reciclagem



1. Descarregamento, seleção e separação. Produtos são feitos de materiais para serem enviados ao processo adequado.



3. Póssagem: É onde ocorre a separação de alguns metais, como o aço, de chorume pó químico (resíduo da pilha gelada).

Pilhas e Baterias Comuns



2. Triagem de pilhas para coleta posterior. A triagem de pilhas é realizada de acordo com o plástico e metal, para ser reciclado por outras empresas.



4. Resíduo químico: O pó químico passa por reação de precipitação formando difênol em loscosos químicos.

Reciclagem



5. Filagem e perseguição: Com filtro e prensa, é feita uma nova separação entre líquidos e sólidos.



8. Produto final: São obtidos cas e outros materiais usados por indústrias de ETEC, cerâmicas e outras.

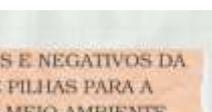
Pilhas e Baterias Comuns



6. Lixiviação: Remove alguns contaminantes.



7. Novo resíduo: Os pilhas e baterias usadas por outras empresas.



9. Lavagem de água: controla a umidade para não poluir e não entupir.



PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA PRODUÇÃO DE PILHAS PARA A SOCIEDADE E O MEIO AMBIENTE

