

MAYZZA MÁRCIA ARAÚJO DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA:  
CONTEXTUALIZANDO A TEMÁTICA PILHAS PARA TURMAS DO  
ENSINO MÉDIO REGULAR**

João Pessoa - PB

2019

MAYZZA MÁRCIA ARAÚJO DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA:  
CONTEXTUALIZANDO A TEMÁTICA PILHAS PARA TURMAS DO  
ENSINO MÉDIO REGULAR**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus João Pessoa, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Dra. Alessandra Marcone Tavares  
Alves de Figueirêdo

João Pessoa – PB

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

N244s Nascimento, Mayzza Márcia Araújo do.  
Sequência didática no ensino de química: contextualizando a temática pilhas para turmas do ensino médio regular / Mayzza Márcia Araújo do Nascimento. – 2019.  
116 f.: il.  
TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba / Coordenação do Curso Superior de Licenciatura em Química, 2019.  
Orientação: Dra Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo.  
1. Ensino de química – didática. 2. Pilhas. 3. Ensino de eletroquímica. 4. Atividade lúdica – experimentação. I. Título.

CDU 37:54

Lucrecia Camilo de Lima  
Bibliotecária  
CRB 15/132

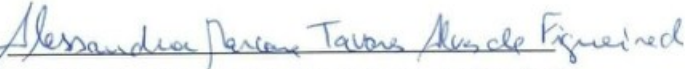
SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA: CONTEXTUALIZANDO A  
TEMÁTICA PILHAS PARA TURMAS DO ENSINO MÉDIO REGULAR


MAYZZA MÁRCIA ARAÚJO DO NASCIMENTO

Monografia submetida à aprovação em: 31 / 01 / 2019

Parecer:

Após discussão a obra foi considerada Apro-  
vado pela banca examinadora.

Banca:   
Profª. Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueiredo  
(orientadora)

  
Profª. Dra. Márcia de Lourdes Bezerra dos Santos Lima (avaliadora)

  
Prof. Dr. Sergio Ricardo Bezerra dos Santos (avaliador)

João Pessoa  
Janeiro de 2019

Dedico este trabalho às minhas amadas avós, Maria do Bom Sucesso (*in memoriam*) e Maria Iracema, pois batalharam na vida e nunca desistiram dos seus sonhos. Vocês são minha maior inspiração. Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS

Por fim, a jornada da graduação chegou ao fim. Cada dia foi um desafio, uma superação diferente. Neste curso me descobri professora! Aprendi a praticar minha resiliência e a superar meus limites. São muitas histórias, mas entre idas e vindas, trancos e barrancos, eis que termino esse curso. E isso só foi possível, pois sempre tive ao meu lado pessoas inigualáveis que não me deixaram fraquejar, e nem desistir. Perseveraram comigo até o fim, e me ajudaram a trilhar novos caminhos.

Meus agradecimentos iniciam-se com meus pais, Márcia Maria e Glauco José, por me darem o dom da vida e o dom do amor. À minha mãe, pois tudo que sou eu devo primeiramente a ela. Ela me ensinou os principais valores da vida, sempre mostrando que é preciso fazer as coisas com amor e humildade. Essa conquista sem dúvidas é para ela. Obrigada por me ensinar muitas coisas boas, e por nunca sair do meu lado. Eu te amo eternamente!

A minha irmã Maria Clara, por toda a paciência, carinho, amizade, e principalmente por todas as vezes que me escutou falar de provas, trabalhos, notas, química, tcc, mais tcc, e mais tcc. Essa conquista também é pra você. Quando eu for rica te levarei à Disney (rs). Ao meu irmão Théo Henrique por sempre estar na torcida, e também por toda a paciência comigo neste período. “Aperriei” muito vocês. Aos meus cachorros Sharon, Skol e Sansa, por todas as noites de estudo e muito trabalho que passaram ali ao meu lado. Amo todos vocês.

A toda a minha família, que não é pequena, por todo o apoio, carinho, energias positivas e ensinamentos ao longo desses anos. Especialmente, a minha avó Maria Iracema por todo o amor, por acreditar tanto em mim, por ser meu primeiro exemplo de mulher na ciência, por ser guerreira e determinada, por ser forte, por tantas coisas... Te amo vó!

A minha querida orientadora Profa Alessandra Figueiredo por tantos ensinamentos a mim proporcionados, e principalmente por não desistir NUNCA de mim. Agradeço por todo o incentivo e inspiração para me tornar uma melhor educadora. Obrigada por todas as vezes que você falou “Mayzza, termine esse curso!”. Eu não teria conseguido sem a sua ajuda. Você é uma excelente educadora e um ser de luz. A minha querida coordenadora Profa Suely Carneiro (melhor de todas!) por me escutar, me suportar e me incentivar todos esses anos. Mais uma que me dizia todos os dias pra terminar o curso (rs,rs). Meu muito obrigada.

Aos meus professores do curso de Licenciatura em Química por contribuir significativamente para a minha formação. Em especial, aos meus lindos e amados professores Emanuel Almeida e Sérgio Bezerra (meus maiores incentivadores e inspiradores), Márcia de

Lourdes, Geovana Vargas, Gesivaldo Jesus, Jailson Machado e Maria das Graças. Vocês me proporcionaram grandes ensinamentos e momentos de alegrias, principalmente nos momentos mais difíceis. Sou eternamente grata.

Agradeço a Profa. Ana Cláudia por todos os ensinamentos a mim passados durante o período do estágio no Sesc/PB. Obrigada por ser tão companheira e por sempre estar preocupada com a minha aprendizagem. Por todas as boas energias da vida que você ensinou.

A Edna Sabino por toda amizade que construímos ao longo do curso, indo além dos muros da universidade, e por me ensinar tanto sobre vivências. Obrigada também por contribuir diretamente na aplicação desta monografia, cedendo suas aulas. Tu sabes que és meu exemplo de educadora. A Daniel Gabriel por todo cuidado, apoio, carinho, amor, companheirismo, ensinamentos, orientação, ... Se não fosse você eu não teria passado em física, e não teria terminado esse curso (rs,rs). A Jéssica Lorena por sempre me apoiar e me amparar nos momentos mais difíceis, e por toda a torcida, principalmente para eu terminar o curso. Obrigada por sua amizade. A vocês agradeço toda a paciência e por me segurarem quando muitas vezes eu quis fraquejar. Somos uma família. Amo vocês, do fundo do meu coração.

De forma toda especial, agradeço a Niely Souza e Luís Lima, por me ensinarem tantas coisas sobre educação, por me mostrarem a pesquisa, e serem meus primeiros coorientadores, e a Rafael Carvalho por todo apoio no início do curso. Agradeço também aos meus parceiros e amigos Carlos Alberto e Flávia Rhuana, por compartilharem tantas vivências e sabedorias. Sou fã de vocês.

Aos amigos que a universidade me presenteou e estarão sempre em meu coração: Andrei Veríssimo, Marconi Júnior, Jefferson Santos, Marcus Vinícius, Lucas Caetano, Isabele Francelino, Mileny Nascimento, Layce Alicy, Emerson Moreira, Henrique Guedes, Eliel Júnior, Bruno Enedino, Bruno Vasconcelos, Joab Barbosa, Reynaldo Borges, Joselito Júnior, Luciana Suzi, Adriana Christina, Adriana Pinto. Vocês se mantiveram presente nos momentos de alegrias e tristezas, e em tantas batalhas que enfrentei nessa jornada. Muito obrigada!!!

As amigas que ganhei no Ciência sem Fronteiras, Emília e Lidiane, pelo incentivo, torcida, preocupação, parceria e paciência para comigo. Sou muito grata por nossa amizade. A Nayara Lima que em pouco tempo se tornou minha parceira de estágio no Sesc. Nossa amizade vai além da Química.

Ao IFPB-JP por todas as oportunidades oferecidas e todos os incentivos para nós estudantes. Sou feliz em fazer parte do IFPB. Por fim, a todos os que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação, não dá pra citar todo mundo!, meu muito OBRIGADA!!!

“Só eu sei, as esquinas por que passei. Só eu sei,  
os desertos que atravessei.”.

- Djavan



## RESUMO

Com o progresso da tecnologia, comumente são utilizados aparelhos eletrônicos portáteis que requerem uma fonte de energia diferente de uma tensão alternada. As pilhas são dispositivos capazes de fornecer energia a esses equipamentos. Vários aparelhos eletrônicos funcionam a base de pilha. No entanto, as pessoas desconhecem o seu funcionamento. Sendo assim, a relevância deste trabalho recai na necessidade de inserir no entendimento dos discentes o conteúdo de Eletroquímica, especificamente de Pilhas, devido a sua significância no cotidiano. Pensando nisso, foi desenvolvida e aplicada uma Sequência Didática com os discentes dos três anos do Ensino Médio Regular, pertencentes à Escola Cidadã Integral Raul Machado, localizada no município de João Pessoa, no estado da Paraíba, fazendo uso de uma metodologia qualitativa e de cunho participativo. O objetivo desta pesquisa foi promover a aprendizagem sobre Pilhas por meio da sequência didática, utilizando recursos didáticos no ensino de Química. Os recursos didáticos utilizados foram a experimentação, a atividade lúdica e as Tecnologias da Informação e Comunicação. Os dados obtidos revelaram a importância de um planejamento didático bem desenvolvido para a promoção de um ensino mais contextualizado, uma vez que por meio desta práxis os discentes puderam reconhecer fenômenos químicos em seu cotidiano, assim como a significância do estudo de Eletroquímica na formação escolar. Pretende-se que este estudo motive os docentes em formação a buscarem novas estratégias e desenvolverem novas práticas de ensino no tocante a pilhas, pois esta temática deve ser cada vez mais explorada pelos professores em sala de aula.

**Palavras-Chave:** Pilhas. Ensino de Eletroquímica. Contextualização. Experimentação. Lúdico.

## ABSTRACT

With the progress of technology, commonly used portable electronic devices that require a source of energy other than an alternating voltage. Batteries are devices that can power these devices. Several electronic devices work on the battery base. However, people are unaware of how a battery works. Therefore, the relevance of this work relies on the need to insert in the students' understanding the content of Electrochemistry, specifically of Batteries, due to their significance in everyday life. With this in mind, a Didactic Sequence was developed and applied to the students of the three years of Regular High School, belonging to the Integral Citizen School Raul Machado, located in the municipality of João Pessoa, in the state of Paraíba, making use of a qualitative and specific methodology participative. The aim of this research was to enable students to build knowledge about the content of cells and to articulate such knowledge to promote meaningful learning. The didactic resources used were experimentation, play activity and Information and Communication Technologies. The data obtained revealed the importance of a well-developed didactic planning for the promotion of a more contextualized teaching, since through this praxis the students could recognize the chemical phenomena in their daily life, as well as the significance of the study of Electrochemistry in school education . It is intended that this study motivate teachers in training to seek out new strategies and develop new teaching practices regarding stacks, since this theme should be increasingly explored by teachers in the classroom.

**Keywords:** Batteries. Teaching of Electrochemistry. Contextualization. Experimentation. Ludic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1:</b> Célula Eletroquímica com dois eletrodos imersos no mesmo eletrólito.....	23
<b>FIGURA 2:</b> Reação de deslocamento (oxirredução) do metal em solução.....	23
<b>FIGURA 3:</b> Esquema eletroquímico da pilha de Daniell.....	25
<b>FIGURA 4:</b> Pilha seca de Leclanché.....	26
<b>FIGURA 5:</b> Dialogando com a turma.....	48
<b>FIGURA 6:</b> Aplicando os experimentos com a turma.....	52
<b>FIGURA 7:</b> Grupo participando do Quiz da Química.....	53
<b>FIGURA 8:</b> Revisando os conceitos químicos com a turma.....	54
<b>FIGURA 9:</b> Aplicando o experimento: Oxidação da Palha de Aço.....	59
<b>FIGURA 10:</b> Esquema do Experimento da Oxidação da Palha de Aço: (1) Antes da Reação; (2) Depois da Reação.....	60
<b>FIGURA 11:</b> Aplicando o experimento: Processo de Oxidação do Ferro.....	64
<b>FIGURA 12:</b> Aplicando o experimento: À Procura da Vitamina C.....	68
<b>FIGURA 13:</b> Discentes respondendo ao Caça-palavras.....	70
<b>FIGURA 14:</b> Resultado do Caça-palavras de um discente.....	71
<b>FIGURA 15:</b> Iniciando o terceiro encontro com a turma.....	72
<b>FIGURA 16:</b> Aplicando a primeira parte do experimento da Condutividade Elétrica.....	74
<b>FIGURA 17:</b> Aplicando a segunda parte do experimento da Condutividade Elétrica.....	76
<b>FIGURA 18:</b> Assistindo ao vídeo: A História da pilha.....	78
<b>FIGURA 19:</b> Dialogando sobre o experimento da reação do zinco com íon cobre.....	80
<b>FIGURA 20:</b> Grupos se preparando para a atividade experimental.....	82
<b>FIGURA 21:</b> Apresentando o modelo da pilha de Volta.....	84
<b>FIGURA 22:</b> Discentes construindo as pilhas naturais.....	85
<b>FIGURA 23:</b> Ligando a pilha de batata na mini calculadora.....	86
<b>FIGURA 24:</b> Discentes respondendo a Cruzadinha.....	88

<b>FIGURA 25:</b> Respostas da Cruzadinha de um dos discentes.....	90
<b>GRÁFICO 1:</b> Resultados para a primeira pergunta: Para você, o que é Química?.....	45
<b>GRÁFICO 2:</b> Resultados para a segunda pergunta: Você considera uma disciplina fácil ou difícil?.....	46
<b>GRÁFICO 3:</b> Resultados para a quarta pergunta: Você consegue relacionar a Química com a temática pilhas? Cite exemplos.....	47
<b>QUADRO 1:</b> Tópicos da retrospectiva dos conteúdos químicos.....	54
<b>TABELA 1:</b> Organização das atividades executadas.....	39
<b>TABELA 2:</b> Resultados da Cruzadinha.....	88

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ECI</b>	Escola Cidadã Integral
<b>EJA</b>	Educação de Jovens e Adultos
<b>IFPB</b>	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
<b>PCNEM</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
<b>PCN+</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais +
<b>QS</b>	Questionário de Sondagem
<b>SBQ</b>	Sociedade Brasileira de Química
<b>SD</b>	Sequência Didática
<b>TA</b>	Termo de Assentimento
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TICs</b>	Tecnologias da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
3.1 BREVE HISTÓRICO DO SURGIMENTO DA PILHA .....	19
3.2 CÉLULAS ELETROQUÍMICAS.....	21
3.2.1 <i>Tipos de Células Eletroquímicas</i> .....	22
3.2.2 <i>Tipos de Pilhas</i> .....	26
3.3 O ENSINO DA ELETROQUÍMICA.....	27
3.3.1 <i>Dificuldades na Aprendizagem de Eletroquímica</i> .....	29
3.3.2 <i>Abordagens Metodológicas no Ensino de Eletroquímica</i> .....	31
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
4.1 UNIVERSO DA PESQUISA.....	35
4.2 LOCAL DA PESQUISA.....	36
4.3 TIPO DE PESQUISA.....	36
4.4 INSTRUMENTOS DA PESQUISA .....	37
4.5 PLANEJAMENTO DAS AÇÕES .....	37
4.6 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DAS AÇÕES .....	41
4.6.1 <i>Diagnóstico Preliminar</i> .....	41
4.6.2 <i>Reações de Oxirredução</i> .....	42
4.6.3 <i>Eletroquímica: Pilhas</i> .....	43
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
5.1 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR .....	44
5.1.1 <i>Questionário de Sondagem</i> .....	44
5.1.2 <i>Roda de Diálogo</i> .....	48
5.1.3 <i>Aplicação de Experimentos</i> .....	50
5.1.4 <i>Jogo Quiz da Química</i> .....	52
5.2 REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO .....	53
5.2.1 <i>Revisando Alguns Conceitos Químicos</i> .....	53
5.2.2 <i>Introduzindo as Reações de Oxirredução</i> .....	56
5.2.3 <i>Caça-Palavras: Reações de Oxirredução</i> .....	69

5.3 ELETROQUÍMICA: PILHAS .....	72
5.3.1 <i>Trabalhando o Conceito de Corrente Elétrica</i> .....	72
5.3.2 <i>Introduzindo o Conceito de Pilhas</i> .....	77
5.3.3 <i>Construindo Pilhas Naturais</i> .....	81
5.3.4 <i>Cruzadinha – Eletroquímica</i> .....	87
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE H .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE J .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE K .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>115</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a descoberta da eletricidade, a humanidade evoluiu e passou a necessitar ainda mais de fontes de energia elétrica. Afinal de contas, praticamente todos os equipamentos que as pessoas utilizam consomem energia. Dessa forma, com o progresso da tecnologia, é muito comum a aquisição de aparelhos portáteis, que requerem uma fonte de energia que dispensa o uso de uma tensão alternada. Nesse contexto, encontram-se as pilhas, que são fontes de energia de equipamentos que podem ser transportados.

As pilhas estão presentes em aparelhos eletrônicos como celular, controle remoto, lanternas, filmadoras, calculadoras, brinquedos eletrônicos, rádios à pilha, computadores e, muitos outros. Os humanos usam pilhas todos os dias, entretanto, desconhecem o funcionamento, a composição interna e as propriedades físico-químicas, assim como as reações químicas envolvidas.

Nesta conjuntura, a relevância deste trabalho recai na necessidade de inserir no entendimento dos discentes o conteúdo de Eletroquímica, especificamente de “pilhas”, dentro de uma proposta que possibilite o estabelecimento de relações concretas com o cotidiano do alunado, suas vivências e conhecimentos prévios, coadunados aos conhecimentos científicos.

A abordagem em sala de aula, a partir de temas estruturadores de ensino, é indicada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) como forma de permitir o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma mais articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios, de modo que o estudante compreenda os processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais (BRASIL, 1999).

De um modo geral, observa-se que o conhecimento sobre os conceitos relacionados à Eletroquímica, na opinião da maioria de docentes e discentes, é muitas vezes vago e superficial. Os alunos memorizam os conceitos e não conseguem relacioná-los a fenômenos observáveis no seu cotidiano, ou os conceitos prévios não interagem com a exposição ao conhecimento científico (LIMA, 2016). Diante disso, o docente deve encontrar estratégias metodológicas que despertem o interesse dos discentes e auxiliem na aprendizagem do tema gerador de ensino, de uma forma ampla. Para que um conceito apresente relevância nas aulas de Química, é necessário realizar uma boa escolha e seleção de contextos e conteúdos, considerando sempre o que é preciso para compreender tais conteúdos.



Pensando nisso, aplicou-se uma Sequência Didática (SD), com uso de metodologias ativas, de modo a possibilitar aos discentes a construção dos conhecimentos sobre pilhas e gerar reflexões importantes por parte dos estudantes, assim como articular conhecimentos para favorecer a aprendizagem. Cabe salientar que, a aprendizagem é processual, ou seja, não acontece de maneira imediata, e tampouco é uma ação pontual que propicia uma avaliação contundente de tal movimento na estrutura cognitiva dos estudantes (KLEIN, BRAIBANTE, 2017).

Diante deste contexto, o uso de Sequências Didáticas torna-se viável no ensino da Eletroquímica, pois discorre em várias atividades sequenciadas, de acordo com uma proposta de progressão de desafios ou de problemas a serem resolvidos pelos alunos. Nesse sentido, utilizar recursos como a experimentação, lúdico e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), incorporadas ao uso dessas atividades, pressupõe conhecimento sobre o conteúdo a ser aprendido, e uma visão didática sobre os processos de aprendizagem (BRASIL, 2006).

Portanto, o presente trabalho foi desenvolvido e aplicado com os discentes dos três anos do Ensino Médio Regular, pertencentes à Escola Cidadã Integral Raul Machado, localizada no município de João Pessoa, no estado da Paraíba. É de suma importância ressaltar que a temática pilhas foi escolhida por ser um tema que está inserido no nosso dia a dia, porém, é pouco explorado pelos professores devido à complexidade dos conceitos químicos associados. Embora este conteúdo tivesse que ser ministrado, obrigatoriamente, no segundo ano do Ensino Médio, devido ao número limitado de estudantes matriculados na escola, optou-se por trabalhar a temática com as três turmas. Não obstante, a professora da disciplina pretendia desenvolver um projeto interdisciplinar envolvendo a temática Energia, o que contribuiu para a escolha deste tema.

Desse modo, o objetivo dessa pesquisa foi trabalhar a temática pilhas, dentro de uma sequência didática que promovesse a aprendizagem do aluno, através de aulas dialogadas e participativas, utilizando-se de recursos didáticos, como a ludicidade, as TICs e os experimentos, que contemplassem um ensino contextualizado, dentro de uma perspectiva participante e qualitativa.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Promover a aprendizagem sobre Pilhas para alunos do Ensino Médio, por meio de uma sequência didática, utilizando recursos didáticos no ensino de Química.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o conhecimento prévio dos discentes sobre a Química e a temática “pilhas”;
- Elaborar e aplicar uma sequência didática, de modo a possibilitar aos discentes a construção dos conhecimentos sobre pilhas;
- Desenvolver aulas dialogadas e participativas, para auxiliar os discentes neste processo de ensinoaprendizagem;
- Utilizar recursos didáticos que contemplem um ensino contextualizado, como a experimentação, o lúdico e as TICs;
- Explorar os conceitos químicos sobre as Reações de Oxirredução;
- Demonstrar a transformação de energia química em energia elétrica, por intermédio do conceito de pilhas;
- Produzir pilhas naturais, utilizando materiais do cotidiano, para otimizar a compreensão sobre a temática, contextualizando os conceitos de Eletroquímica;
- Avaliar sob uma perspectiva participante e qualitativa, a eficácia do uso destes recursos no ensino de Eletroquímica.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A princípio, será apresentado um breve histórico do surgimento da pilha. Em seguida, serão definidas as células eletroquímicas, os tipos de células eletroquímicas e as principais pilhas presentes no cotidiano. Ainda serão abordados alguns aspectos do ensino da Eletroquímica, as dificuldades de aprendizagem deste conteúdo e, por fim, serão percorridas algumas abordagens metodológicas que podem ser aplicadas no ensino dessa temática, a saber: experimentação, jogos didáticos e as Tecnologias da Informação e Comunicação.

#### 3.1 BREVE HISTÓRICO DO SURGIMENTO DA PILHA

A descoberta da pilha teve início com os estudos do filósofo e médico Luigi Galvani no século XVIII. Galvani em seus experimentos observou contrações musculares enquanto dissecava uma rã. Essa contração ocorreu no momento em que o seu auxiliar tocou a rã com um bisturi. A partir desta observação, Galvani realizou várias investigações sobre este fenômeno. Inicialmente, ele sugeriu que as contrações foram ocasionadas por conta de uma descarga elétrica ocorrida nas proximidades do local da dissecação. Galvani realizou várias experiências com rãs, em diferentes dias de tempestade, a fim de comprovar sua hipótese, e novamente observou as contrações musculares. Porém, Galvani decidiu ir mais além e resolveu investigar se as contrações ocorriam sem influência absoluta da eletricidade externa. Para isso, realizou o mesmo experimento em um dia sem tempestades e, neste último, apenas observou contrações na musculatura da rã ao pressionar contra o nervo um gancho metálico que a sustentava, comprimindo-o contra um gradil de ferro. Desta maneira, Galvani concluiu que as contrações nos músculos da rã aconteciam ao conectar o músculo e o nervo do animal por um arco metálico. Em 1791, Galvani, concluiu seus estudos ao publicar uma monografia intitulada “Sobre as Forças de Eletricidade nos Movimentos Musculares”, afirmando que os animais possuíam uma eletricidade própria, provinda dos músculos (MARTINS, 1999; COUTO, 2012; ROSA, 2012).

Os estudos de Galvani tiveram grande repercussão nos centros científicos, chegando ao conhecimento do físico italiano Alessandro Volta. Volta, decidiu repetir as experiências de Galvani, e a priori, acreditou na hipótese da eletricidade animal, confirmando assim as ideias de Galvani. No entanto, a partir de suas pesquisas, Volta observou que bastava apenas que um arco bimetálico ligasse pontos diferentes do nervo da rã para que ocorressem as

contrações. Na verdade, a eletricidade não provinha do músculo da rã. Para Galvani, o músculo era um reservatório de eletricidade. Volta, com seus experimentos, inferiu que a eletricidade era decorrente da diferença dos metais que faziam o arco (MARTINS, 1999; COUTO, 2012).

Posteriormente, o físico Johann Georg Sulzer realiza um experimento que comprova ainda mais a hipótese de Volta. Após colocar sua língua entre dois discos metálicos diferentes, e encostá-los um no outro pelas bordas, era possível sentir uma pequena sensação de choque em sua língua. Partindo disso, Volta estava certo que duas placas compostas por metais distintos, quando encostadas uma na outra, funcionavam como um “eletro-motor”, ou seja, um produtor de movimento de fluido elétrico ao longo de um circuito fechado. O termo de força eletromotriz, ou fem, para a voltagem gerada por uma pilha, surge a partir desta expressão (MAGNAGHI; ASSIS, 2008; COUTO, 2012).

Galvani, ao saber da hipótese de Volta, realiza um experimento a fim de demonstrar que não eram necessários os metais como intermediadores. Ao encostar nervo e músculo diretamente, as contrações ocorreriam. Não convencido dessa hipótese, Volta acredita que possivelmente há a ocorrência de um estímulo químico por trás do estímulo nervoso. Com isso, Volta começa a empilhar discos de zinco (Zn) e prata (Ag) alternadamente, dentro de um condensador, e consegue observar que o arranjo favorecia o surgimento de uma tensão elétrica constante entre os terminais. Eis que surge a primeira pilha elétrica denominada pilha ou célula voltaica em homenagem ao seu inventor. O termo pilha deve-se ao “empilhamento” dos discos de metais alternados (MAGNAGHI; ASSIS, 2008; COUTO, 2012).

Até este momento, Volta não tinha considerado a presença de fluidos animais em seus experimentos, como nos experimentos originais de Galvani. Pensando nisso, Volta insere papel umedecido com uma solução salina entre os discos metálicos, e observa que a tensão produzida por cada par de discos se somava. Quanto maior a quantidade de discos empilhados, maior a tensão elétrica produzida. Volta apresentou sua invenção da pilha elétrica em 1800, conseguindo pela primeira vez, uma fonte de corrente elétrica constante. Em 20 de março do mesmo ano, Volta publicara sua invenção num artigo intitulado “Sobre a Eletricidade Excitada por Simples Contato de Substâncias Condutoras de Diferentes Tipos”. A invenção de Alessandro Volta foi um marco extremamente importante na história da Ciência, pois “[...] significava gerar Eletricidade, de modo constante, com corrente fluindo continuamente, através de um condutor, por meio de reações químicas” (ROSA, p. 323, 2012). Vários cientistas fizeram novos experimentos a partir da invenção da pilha. Em alguns casos, chegaram a fazer pilhas com mais de 2.000 discos metálicos. O cientista William Nicholson, ao reproduzir a pilha,

substituiu a solução salina por uma solução ácida (MARTINS; 1999; MAGNAGHI; ASSIS, 2008; COUTO, 2012).

John Frederic Daniell, após a descoberta de Volta, constrói sua pilha intitulada pilha de Daniell. Daniell manteve a ideia original de Volta ao inserir duas placas metálicas condutoras distintas. Porém, Daniell manteve a solução salina, igualmente a pilha de Volta, pois a solução ácida antes utilizada por Nicholson reagia com os metais produzindo gases tóxicos. Em 1865, George Leclanché inventa a conhecida pilha seca, que a princípio levava o nome de pilha de Leclanché. Nessa pilha, a substância eletrolítica deixou de ser líquida e tornou-se pastosa, sendo uma vantagem se comparada às pilhas de Volta e Daniell. A pilha de Leclanché era menor e, por este motivo, passou a ser uma fonte de eletricidade portátil e compacta, sendo o modelo que deu origem as pilhas atuais (MAGNAGHI; ASSIS, 2008; COUTO, 2012; ALVES, 2014).

### 3.2 CÉLULAS ELETROQUÍMICAS

Uma célula eletroquímica é um gerador de corrente elétrica. Consiste em dois condutores de elétrons (eletrodos) de metal ou algum material inerte, como por exemplo, a grafita ou platina, imersos em um condutor iônico (eletrólito). A estrutura física que contém os eletrodos e o eletrólito é denominado compartimento eletródico. Existem duas maneiras de montar uma célula eletroquímica. Na primeira, os dois eletrodos podem estar dispostos no mesmo compartimento eletródico. Isso implica dizer que estarão imersos no mesmo eletrólito. Na segunda, se os eletrólitos são diferentes, precisam estar dispostos em compartimentos diferentes, sem contato físico direto. Nesse caso, os compartimentos ligam-se por uma ponte salina, um eletrólito em solução, que completa o circuito elétrico, e permite que os íons se movam entre os dois compartimentos da célula (ATKINS; PAULA, 2014).

A pilha, também conhecida como célula galvânica ou voltaica, em homenagem aos inventores do dispositivo, é um tipo de célula eletroquímica que produz eletricidade a partir de uma reação química espontânea que acontece no interior do compartimento eletródico. Nessa reação, a energia química é convertida em energia elétrica. Já uma célula eletrolítica realiza o processo inverso, de uma maneira não espontânea. Para que a reação aconteça é preciso uma fonte externa de corrente contínua. Nesse caso, a energia elétrica é convertida em energia química (ATKINS; PAULA, 2012).

Em uma célula galvânica, os processos eletroquímicos acontecem devido à transferência de elétrons entre as substâncias. As reações cujos elétrons são transferidos

denominam-se reações de oxirredução, ou redox, ou oxidação-redução. Em um processo simultâneo, uma espécie perde elétrons e a outra espécie ganha esses elétrons (FERRI, 2016). A oxidação é a perda de elétrons, enquanto que, a redução é o ganho de elétrons. A partir desta transferência de elétrons entre as espécies, tem-se um movimento ordenado de cargas por um circuito, dando origem a uma corrente elétrica capaz de realizar um trabalho elétrico. Assim, é possível observar o fenômeno da eletricidade em uma pilha (BRADY; SENESE, 2014).

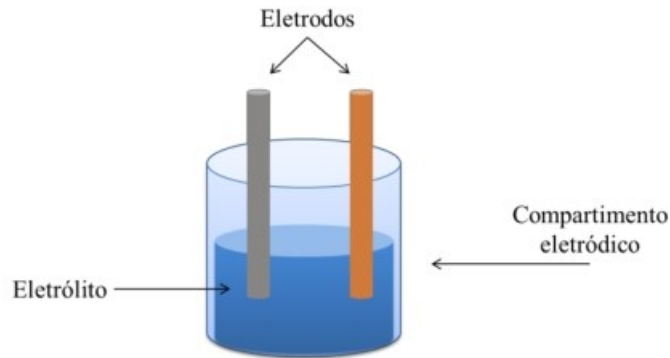
Na pilha, os elétrons são transferidos pelos eletrodos. O eletrodo em que ocorre a oxidação é chamado de anodo e o eletrodo em que ocorre a redução é o cátodo. Os elétrons são liberados na reação de oxidação desde o anodo, passando por um circuito externo, até chegarem ao cátodo na reação de redução (COUTO, 2012). A corrente elétrica produzida na pilha ocorre devido à diferença de potencial, também conhecida como força eletromotriz ou voltagem, gerada pelo acúmulo de elétrons num dos eletrodos e perda de elétrons no outro. O potencial elétrico da pilha é a capacidade de deslocar elétrons através de um circuito fechado externo, fornecendo assim, a diferença de potencial (ddp) entre os eletrodos. Esse potencial é medido em volts (V) (LIMA, 2016). Segundo Atkins e Paula:

Quando a diferença de potencial é grande, um dado número de elétrons que circulam entre os eletrodos pode realizar uma grande quantidade de trabalho elétrico. Quando a diferença de potencial é pequena, o mesmo número de elétrons só consegue realizar uma pequena quantidade de trabalho. Uma pilha que a reação está em equilíbrio não consegue realizar qualquer trabalho e a diferença de potencial entre seus eletrodos é zero (2014, p. 177).

Dessa maneira, acontece o fluxo de elétrons através do circuito elétrico. Alguns elementos possuem uma maior facilidade em serem oxidados do que outros, isso caracteriza qual elemento será o anodo ou o cátodo, na reação redox. Sabe-se que devido à eletrostática, as partículas com carga positiva procuram, espontaneamente, o potencial elétrico menor, enquanto que, as partículas com carga negativa, como os elétrons, procuram espontaneamente, o potencial elétrico maior (COUTO, 2012). Os elétrons tendem a se deslocar para regiões de maior potencial elétrico (mais positivo). Por este motivo, o fluxo ocorre do anodo até o cátodo, pois o cátodo possui um maior potencial do que o anodo (ATKINS; PAULA, 2014). Na próxima seção, ficará mais evidente o processo eletroquímico da pilha.

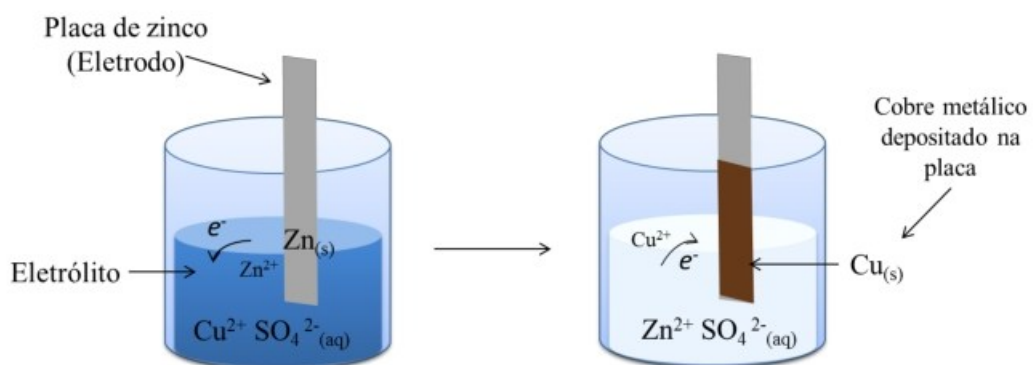
### *3.2.1 Tipos de Células Eletroquímicas*

Como dito anteriormente, existem dois tipos de células eletroquímicas. O tipo mais simples é quando se tem os eletrodos imersos em um eletrólito no mesmo compartimento, representado na Figura 1:



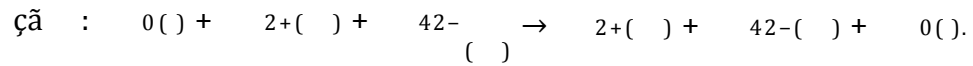
**Figura 1:** Célula eletroquímica com dois eletrodos imersos no mesmo eletrólito. FONTE: Adaptado de Atkins e Paula, 2014.

Um exemplo mais prático desta célula é quando se tem uma placa de zinco,  $Zn(s)$ , imersa em uma solução de sulfato de cobre (II),  $CuSO_{4(aq)}$ , conforme ilustra a Figura 2. Nessa reação de oxirredução os átomos neutros do eletrodo (placa) de zinco (anodo) perdem elétrons transformando-se em cátions, íons com cargas positivas ( $Zn^{2+}$ ). Os íons de cobre dissociados da solução ( $Cu^{2+}$ ) recebem esses elétrons e transformam-se em átomos neutros ( $Cu(s)$ ). É possível observar esta reação, pois a placa de zinco se desgasta. Os átomos de cobre metálico,  $Cu(s)$ , ficam depositados na placa de zinco. Os cátions  $Zn^{2+}$  liberados da placa encontram os ânions  $SO_4^{2-}$  dissociados da solução e formam uma solução de sulfato de zinco ( $ZnSO_{4(aq)}$ ). Isso só acontece, pois o Zn é um elemento que possui um menor potencial elétrico se comparado ao Cu, ou seja, tem uma maior tendência a perder elétrons.

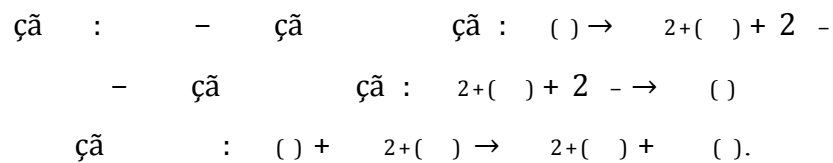


**Figura 2:** Reação de deslocamento (oxirredução) do metal em solução. FONTE: Adaptado de Chang e Goldsby, 2013.

A Equação I expressa a reação de oxirredução que acontece na célula. O zinco que perdeu elétrons (oxidou) passa a ser chamado agente redutor. O cobre que ganhou os elétrons (reduziu) passa a ser chamado de agente oxidante.



Uma reação redox pode ser expressa pela diferença das duas semi-reações ou meias reações (ATKINS; PAULA, 2014). As semi-reações de oxidação e redução do exemplo supracitado podem ser divididas da seguinte maneira (Equação II):



Outro tipo de célula eletroquímica é quando dois eletrodos (placas metálicas) estão imersos em diferentes eletrólitos, depositados em compartimentos diferentes, como na pilha de Daniell. Este modelo é o que melhor representa o processo eletroquímico de uma pilha. Na pilha de Daniell, o anodo é o Zn/Zn<sup>2+</sup> e o catodo é o Cu<sup>2+</sup>/Cu. Os compartimentos são conectados por uma ponte salina, um tubo de vidro em U invertido contendo uma solução salina, tampados por lã ou algodão para evitar que a solução entre em contato com os demais eletrólitos. A ponte salina fecha o circuito elétrico interno. Nesse esquema, tem-se o eletrodo de zinco imerso em uma solução de sulfato de zinco, ou algum outro sal de zinco, e tem-se o eletrodo de cobre imerso em uma solução de sulfato de cobre (II), ou também algum outro sal de cobre. Os eletrodos estão conectados externamente por um fio condutor contendo uma lâmpada de voltagem adequada, formando assim um circuito elétrico externo. Tem-se uma pilha funcionando como fonte de corrente, isto é, realizando um trabalho elétrico (LIMA, 2016). As semi-reações acontecem nos diferentes compartimentos eletroquímicos (ATKINS; PAULA, 2012).

Na semi-reação Zn/Zn<sup>2+</sup>, o zinco oxida liberando 2 elétrons, desprendendo da placa cátions Zn<sup>2+</sup>, aumentando a concentração dos íons zinco na solução de sulfato de zinco. Na semi-reação Cu<sup>2+</sup>/Cu, o cobre reduz absorvendo os 2 elétrons liberados pelo zinco, através do fio condutor. Com isso, os íons cobre são retidos na placa, aumentando a concentração de Cu<sup>2+</sup>. Conseqüentemente, há uma diminuição dos íons cobre na solução de sulfato de cobre (II).

Para equilibrar o excesso de íons zinco e a escassez de íons cobre nas soluções, a ponte salina libera cátions e ânions para manter a eletroneutralidade destas soluções. Sendo uma solução de cloreto de potássio (KCl<sub>(aq)</sub>), por exemplo, os cátions K<sup>+</sup> são direcionados para a solução de sulfato de cobre (II), enquanto que os ânions Cl<sup>-</sup> são direcionados para a solução de sulfato de zinco (COUTO, 2012). Com o passar do tempo, a placa de zinco diminui, enquanto



que a placa de cobre aumenta. Ao liberar o  $Zn^{2+}$  na solução, a placa tornou-se negativa (anodo) correspondendo a um menor potencial elétrico. O  $Cu^{2+}$  depositado na placa de cobre a tornou positiva (catodo), o que corresponde a um maior potencial elétrico. Por isso, os elétrons liberados moveram-se do anodo para o catodo.

Para a pilha de Daniell, a reação global é a mesma do exemplo anterior. O que difere é a presença da ponte salina. A notação desta pilha eletroquímica é representada por  $Zn(s)|ZnSO_4(aq)||CuSO_4(aq)|Cu(s)$  e denomina-se *Diagrama de Célula*. Uma linha vertical representa uma interface entre as fases; um par de linhas representa a ponte salina (ATKINS; PAULA, 2012).

A Figura 3 apresenta o esquema da pilha de Daniell:



**Figura 3:** Esquema eletroquímico da pilha de Daniell. FONTE: Adaptado de Chang e Goldsby, 2013.

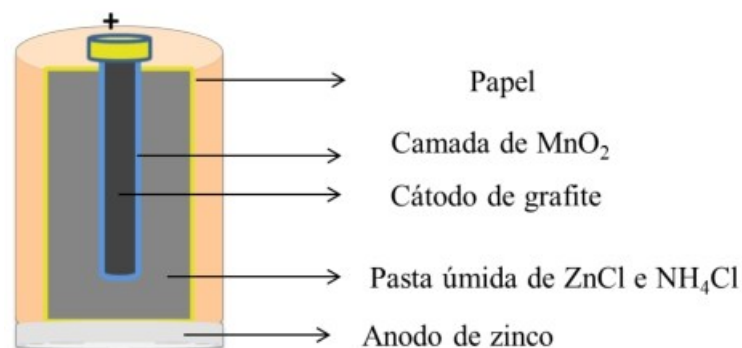
À medida que os reagentes vão sendo consumidos e formando produtos, o potencial da pilha vai diminuindo e, por consequência, a corrente elétrica. Enquanto estiver fluindo corrente elétrica haverá energia na pilha, até que cesse toda a corrente (MAGNAGHI; ASSIS, 2008). Isso faz com que o tempo de vida de uma pilha acabe, por exemplo.

No item 3.1 foi visto brevemente a evolução das pilhas até os modelos atuais, a partir da criação da pilha por Leclanché. No próximo subitem serão elencados resumidamente os dois tipos mais utilizados no dia a dia dos indivíduos: a pilha seca comum de zinco-carbono e a pilha alcalina. Nestas pilhas, o processo eletroquímico é o mesmo, porém o catodo não é o cobre e sim outros elementos.

### 3.2.2 Tipos de Pilhas

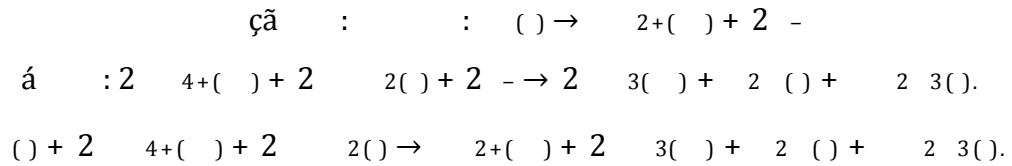
No mercado, é possível encontrar variáveis modelos de pilha de acordo com a necessidade do consumidor. As pilhas foram projetadas para atender às necessidades de demanda de energia e rapidez de descarga elétrica, dependendo da exigência do aparelho. Por exemplo, as pilhas comuns de zinco – manganês, são indicadas para equipamentos que requerem uma descarga leve e contínua de energia, como os rádios a pilha; as alcalinas são indicadas para aparelhos que exigem descargas de energia rápidas, como os controles remotos; e as recarregáveis para os equipamentos que demandam uma alta descarga de energia, como as máquinas fotográficas digitais. Devido à demanda energética, as pilhas variam em sua forma e tamanho. Quanto maior o tamanho da pilha, maior à quantidade das substâncias químicas no interior dela e, por sua vez, maior quantidade de energia pode ser liberada (COUTO, 2012).

Entre as mais utilizadas, está a pilha seca de Leclanché, composta por zinco e carbono. Essa pilha fornece um potencial de 1,5 V, sendo a mais comum. Pode ser utilizada em diferentes aparelhos portáteis, como por exemplo: controles, calculadoras, lanternas, rádios portáteis, entre outros. Sua estrutura física é formada por um cilindro de zinco que está em contato com dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ), e um eletrólito, uma solução aquosa de cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e cloreto de zinco ( $\text{ZnCl}_2$ ), formando uma mistura pastosa, e carbono pulverizado. O lado positivo (catodo) é uma haste de carbono ( $\text{C}_{(s)}$ ) imersa na pasta e o lado negativo (anodo) é o zinco metálico (Figura 4). Essas pilhas apresentam baixas correntes elétricas, sendo uma característica negativa dessas pilhas. Além disso, as reações continuam ocorrendo durante o armazenamento, o que geralmente ocorre à corrosão do invólucro metálico e possível vazamento do material contido no interior da pilha (CHANG; GOLDSBY, 2013).



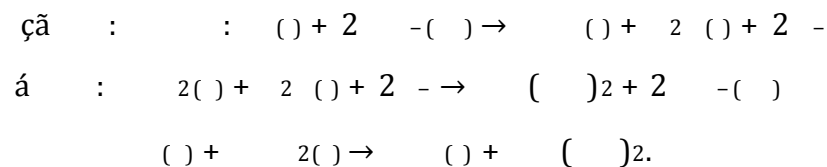
**Figura 4:** Pilha seca de Leclanché. FONTE: Adaptado de Chang e Goldsby, 2013.

As semi-reações e a reação global, simplificada, está expressa na Equação III:



Outra pilha muito utilizada é a pilha do tipo alcalina. Essa pilha tem um custo mais elevado que as pilhas secas comuns, devido a sua durabilidade ser maior, sendo uma vantagem se comparada à pilha comum. Diferentemente do tipo anterior, o anodo é composto por zinco em pó, encapsulado em gel, cujo contato é feito com uma solução de hidróxido de potássio (KOH), por este motivo denomina-se alcalina. O cátodo é uma mistura de MnO<sub>2</sub>(s) e grafite que estão separados do anodo por um tecido poroso. Para evitar vazamento da base, a pilha é selada com uma lata de aço (COUTO, 2012).

A reação simplificada, assim como as semi-reações, podem ser resumidas na Equação IV:



Além destas pilhas supramencionadas, existem as pilhas de mercúrio, as pilhas de níquel-cádmio, as pilhas de íons de lítio, as baterias de chumbo, disponíveis comercialmente e utilizadas como fonte de alimentação em aparelhos elétricos. Todas essas pilhas, assim como as do tipo seca comum e alcalina, são células galvânicas, ou seja, produzem eletricidade a partir da reação química entre as substâncias inseridas no interior, de maneira espontânea.

### 3.3 O ENSINO DA ELETROQUÍMICA

A Eletroquímica é o ramo da Química que estuda os sistemas químicos capazes de fornecer trabalho elétrico, a partir de reações de oxirredução, como as pilhas, e que utiliza a energia elétrica para produzir as reações, que é a eletrólise ou célula eletrolítica. A área da Química em que se estudam os processos eletroquímicos é a Físico-Química, e é vista no 2º ano do Ensino Médio.

A Eletroquímica, como tema gerador, permite uma contextualização atual com diferentes aplicações tecnológicas. Os processos eletroquímicos estão presentes no cotidiano dos discentes, porém, poucas vezes esses fenômenos são percebidos. A pilha é a representação mais convencional da Eletroquímica. Por meio de uma simples representação, é possível

demonstrar de maneira lúdica, como ocorre o processo de ganho e perda de elétrons para gerar energia elétrica. Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

o estudo da energia pode discutir a importância [...] do papel da máquina a vapor para impulsionar a Primeira Revolução Industrial, ou do motor elétrico, da iluminação elétrica e da eletroquímica para a Segunda Revolução Industrial e daí para a frente, até alcançar a enorme rede de oferta e demanda de insumos energéticos, dos quais depende tão profundamente a vida contemporânea (BRASIL, 2006, p. 120).

Além das pilhas, o fenômeno eletroquímico acontece, por exemplo, na corrosão que é o desgaste dos metais; no revestimento de peças metálicas para protegê-las da corrosão, na cromagem de materiais para torná-los mais brilhantes, técnicas essas conhecidas como a eletrodeposição de utensílios; na recuperação de peças metálicas, que são exemplos da eletrólise, entre outros exemplos (LOPES, 2014).

O ensino da Eletroquímica permite ao professor explorar vários aspectos do dia a dia, dentro de uma abordagem que contemple temas transversais importantes. Ao versar para a temática de pilhas, por exemplo, podem ser trabalhados conceitos físicos de forma interdisciplinar. Para entender um funcionamento de uma pilha, são necessários conceitos básicos sobre a formação de cargas. Nesse sentido, as disciplinas de Química e Física possuem bastante confluência em relação ao ensino de pilhas, que através do diálogo, possibilita uma visão ampla desses conteúdos, tanto pelo estudante, quanto pelos professores (FREITAS, 2017).

Ademais, é possível discutir sobre os impactos ambientais gerados pelo indevido descarte de pilhas no meio ambiente. Isso porque as substâncias que compõem algumas pilhas são consideradas de natureza tóxica, como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos, o que acarreta em vários prejuízos para o meio ambiente, dependendo do grau de contaminação, como também pode afetar a saúde. Sendo a Química um instrumento de formação social, trabalhar temas geradores faz com que os estudantes saibam o quanto é importante a sua relação com a matéria existente a sua volta (SILVA *et al*, 2016).

Sob essa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) preconizam que, o acesso aos conceitos e conhecimentos químicos “deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, 2002, p. 87).

Percebe-se que o conhecimento relativo a Eletroquímica é de extrema importância para a compreensão do discente sobre o mundo que o cerca. Dessa forma, se faz deveras importante que o professor explore esse conteúdo em sala de aula, devido a sua relevância no contexto social, econômico e industrial (LIMA, 2016). Todavia, muitos docentes têm negligenciado a abordagem desse tema. Sanjuan *et al* afirmam, em seu estudo colaborativo com professores em formação continuada, que alguns conteúdos são considerados “difíceis e complexos para professores, sendo que eles mesmos revelaram que deixam o tópico de eletroquímica para o último semestre, sabendo de antemão que não terão tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, livram-se do problema” (2009, p. 191). Ou até mesmo quando abordam este conteúdo, não conseguem integrar e contextualizar os conceitos químicos com os acontecimentos do cotidiano (BARRETO; BATISTA; CRUZ, 2017).

Diante deste cenário, nota-se que ainda existem muitas barreiras a serem vencidas no ensino da Eletroquímica, principalmente, entre os docentes que resistem em trabalhar o conteúdo. Essa atitude acaba refletindo na aprendizagem dos discentes. Boa parte dos alunos apresenta dificuldade no entendimento desse assunto, e quando o docente se nega a ensinar determinado conteúdo, limita a compreensão de mundo e, conseqüentemente, a construção do saber científico do alunado, gerando assim, um déficit no aprendizado. Sendo assim, é preciso que as políticas públicas invistam na formação continuada de professores, oportunizando melhorias na sua formação e promovendo mudanças de atitude, uma vez que o professor possui o importante papel de despertar o interesse do estudante para os conteúdos químicos, e mostrar que o conhecimento possui aplicabilidades no cotidiano.

### 3.3.1 Dificuldades na Aprendizagem de Eletroquímica

No ensino de Eletroquímica existem inúmeras dificuldades, desde a resistência dos professores em ensinar o conteúdo, quanto na apropriação do conhecimento por parte do estudante. A eletroquímica, muitas vezes, é vista como um obstáculo à aprendizagem de Química no Ensino Médio, por ser um conteúdo considerado de difícil compreensão pela maioria dos discentes, sendo estas dificuldades evidenciadas pela confusão conceitual do processo eletroquímico envolvido (SANJUAN *et al.*, 2009).

Na visão de Silva *et al* (2016), o que mais se observa nas discussões de professores sobre suas experiências no ensino da Eletroquímica, são as dificuldades dos estudantes em entender os conceitos de oxidação e redução, através dos processos de fluxo de elétrons e a

condução de elétrons em sistemas eletrolíticos, como é o caso das pilhas. Para Barreto, Batista e Cruz (2017), é complexo entender que uma substância doa elétrons para outra substância, e que a partir desta transferência de elétrons resulta na corrente elétrica e, conseqüentemente, na eletricidade. Enquanto que, para Caramel e Pacca (2011), essa dificuldade parece motivada pelas concepções alternativas de senso comum e do comportamento submicroscópico, mais próximo da estrutura da matéria.

Klein e Braibante (2017) afirmam que os professores, no ensino das reações de oxirredução, não consideram as necessidades dos estudantes em aprender novas concepções, oferecendo problemas inadequados, explicações supérfluas, terminologias confusas, ignorando as concepções alternativas, e pouco relacionam o tema com aplicações industriais. Lima (2016) discorre que o ensino atualmente abordado, não tem se mostrado satisfatório aos estudantes, devido ao elevado grau de abstração destes conteúdos, pois o docente, muitas vezes, contempla uma abordagem descontextualizada e sem cunho investigativo, tornando o ensino puramente conteudista, desmotivador e desvinculado dos conhecimentos prévios dos estudantes, despertando a aversão à aprendizagem de conceitos.

Diante desses pressupostos, percebe-se que há uma real necessidade de progresso no enfoque do conteúdo de Eletroquímica no Ensino Médio. A maneira de se abordar tal tema deve ser modificada, abandonando os conceitos com fim em si mesmo e trabalhando com aspectos que forneçam para o alunado um contexto com mais significância. Dessa maneira, faz-se necessária a busca por metodologias de ensino que abordem o conteúdo de modo a atrair a atenção do educando, e desmistificar o ensino de Eletroquímica. Dessa forma, é extremamente importante que o professor escolha corretamente os recursos didáticos que possam se tornar potencialmente significativos para os estudantes.

Para Ferri:

o ensino deve ser repensado e reestruturado, buscando novos métodos de apresentação do conteúdo, podendo ser por meio de aulas experimentais, expositivas, dialogadas ou vídeos para analisar a química numa perspectiva habitual. Enfim, aulas diversificadas, nas quais professor e aluno busquem a compreensão da teoria e das propriedades químicas, procurando relacionar o ensino com os acontecimentos do dia a dia (2016, p. 15).

Esse mesmo pensamento está descrito nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, em que se observa certa preocupação em ampliar as relações entre teoria e prática nas aulas de Química, por meio de atividades que propiciem a contextualização do conhecimento químico. Assim, o professor pode adotar diferentes procedimentos e metodologias que objetivem a apropriação desse conhecimento (BRASIL, 2006).

Sendo assim, recursos didáticos precisam ser adaptados e aplicados para a promoção da construção de conhecimentos em Eletroquímica, sobretudo, quando o assunto é pilhas. Diante disso, entre os recursos de maior relevância no ensino da Química, estão a experimentação, o lúdico e as TICs, pois possibilitam um ensino bem mais contextualizado.

### *3.3.2 Abordagens Metodológicas no Ensino de Eletroquímica*

O ensino da Química deve ser abordado com o propósito de contextualizar os conceitos químicos e que estes possam enfatizar situações problemáticas reais e, com isso, desenvolver nos estudantes competências e habilidades de análise de dados, de informações e de argumentação. Os conteúdos complexos e de difícil visualização devem ser explorados em sala de aula em relação direta com o cotidiano do estudante, de tal maneira que promova o interesse dos educandos, e faça com que esse estudante perceba a significância do estudo químico no seu entorno (FERRI, 2016).

Segundo o documento oficial das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

Os processos de construção do conhecimento escolar supõem a inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e químicos, de saberes teóricos e práticos, não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural capaz de potencializar a melhoria da vida (BRASIL, 2006, p. 118).

Ainda de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a contextualização é uma proposta pedagógica que utiliza as situações reais como papel essencial “na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados” (BRASIL, 2006, p. 117). Nessa conjuntura, a abordagem contextualizada dos conceitos químicos pode ser aplicada pelo docente de maneira articular, de modo a retirar o estudante da condição de espectador passivo, passando a participar do processo, favorecendo assim a sua aprendizagem.

Nesse contexto, a experimentação pode ser o ponto inicial para que os estudantes discutam, especulem, construam e reconstruam o significado de seus conhecimentos. As atividades experimentais possibilitam ao discente um encontro significativo e inicial com a Química, pois ajuda na significação de saberes científicos. No tocante ao ensino da Eletroquímica, é possível apresentar aos discentes os fenômenos por meio de suas aplicações,

dentro de uma abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes (BARRETO; BATISTA; CRUZ, 2017). Dentro desta perspectiva, espera-se que a abordagem de temas do cotidiano, em concernência à experimentação, não dissociados da teoria, não sejam apenas elementos de motivação ou de ilustração, mas também efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos (BRASIL, 2006).

Silva, Machado e Tunes (2011) afirmam que a experimentação no ensino de Ciências é uma das propostas mais efetivas para obtenção da contextualização do conteúdo, pois quando se associa o ensino à realidade do aluno, favorecendo um ensino de investigação, estimula-se a sua capacidade, despertando neste o interesse pela Ciência. Além de promover a relação com o conteúdo, possibilita ainda a interação entre o professor e o discente neste processo, pois o interesse de ambas as partes promove o estímulo para o aprendizado e favorece o desenvolvimento cognitivo, fortalecendo assim o processo de reflexão e de decisão do aluno. O uso dos experimentos mediados pelo professor representa um excelente instrumento de ensino (FERRI, 2016).

Sob esse viés, a atividade experimental pode ser utilizada como uma proposta que articula o conhecimento prévio dos estudantes com os novos conhecimentos, facilitando a assimilação das informações e, ainda, como uma auxiliadora no processo de avaliação durante a aprendizagem, através de uma sequência de conteúdos. Com isso, o que se espera é uma aprendizagem ativa e significativa, a partir das abordagens dos temas por meio de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de ideias (BRASIL, 2008).

De acordo com Delizoicov *et al* (2011), para que se tenha uma aprendizagem eficiente é primordial que o conteúdo em análise desperte interesse no aluno, de modo que este sinta-se motivado a aprender e tenha vontade de conhecer o conteúdo a ser explorado. Mas, para que isso ocorra é preciso que o professor conheça seu aluno, para que assim promova atividades que facilitem o processo de ensino e aprendizagem. É nesse contexto que entra o papel do educador, que deve promover a facilitação da aprendizagem, ou seja, dispor de estratégias que promovam ao educando a aquisição de uma estrutura cognitiva adequada. A inclusão da experimentação no ensino de Química é justificada pela importância do seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar o aluno no entendimento dos fenômenos e na construção dos conceitos significativamente (LOPES, 2014).

As atividades experimentais, às vezes, deixam de ser praticadas pela ausência de laboratórios nas escolas ou de espaço físico apropriado, o que acaba por limitar a possibilidade



de realização de aulas experimentais nas escolas. No entanto, não deve ser um fator limitante. Nesse sentido, o ensino de Química pode ser trabalhado com materiais facilmente encontrados no dia a dia e de fácil manipulação, entretanto, sem desmerecer a importância do laboratório e de recursos apropriados para este fim.

Vale salientar que a experimentação por si não assegura a produção de conhecimentos químicos, de nível teórico-conceitual significativo, mas cumpre papel essencial, ajudando no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas e reflexivas de vida na sociedade e no ambiente (BRASIL, 2006).

Além da experimentação, outro recurso importante que pode auxiliar o processo de aprendizagem do conteúdo de Eletroquímica é a aplicação da ludicidade no ensino da Química. Esse recurso pode ser um facilitador na construção dos conhecimentos dos discentes, pois promove um ensino mais dinâmico, descontraído e divertido. As atividades lúdicas podem proporcionar momentos de interação e compartilhamento de conhecimentos e resolução de problemas (CUNHA, 2012).

Segundo Kishimoto (2009) a utilização do jogo potencializa a construção do conhecimento, pois introduz as propriedades do lúdico no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando condições para seu desenvolvimento, manifestação da criatividade, utilizando suas potencialidades de forma integral, descobrindo seu próprio eu, promovendo momentos de reflexão. Entretanto, salienta-se que o jogo educativo não corresponde a um simples somatório das características do jogo e da educação, ou de características isoladas, mas através de um processo de compartilhamento e interação dinâmica entre estes (GARCEZ, 2014).

Desta forma, Kishimoto (2009) fala que ao considerar a junção entre jogo e educação, o produto adquire em sua associação duas funções primordiais: função educativa e função lúdica. A função lúdica caracteriza-se pela diversão. Já a função educativa é aquela que ao ensinar o conteúdo, se propicia aquisição de conhecimentos e apreensão do mundo. Tais funções são tecidas concomitantemente na constituição de qualquer jogo educativo, não podendo haver desequilíbrio de ambas, pois se prevalece apenas o lúdico, haverá somente um jogo ou, se prevalece apenas a função educativa, tem-se um material didático.

Nesse sentido, se faz necessário que o docente compreenda a ludicidade e seu potencial pedagógico para que aquele, enquanto educador e mediador do saber, esteja apto a planejar e avaliar os momentos da atividade lúdica. “É fundamental que o docente avalie, por exemplo, como e por que pode utilizar determinado material, além do seu papel e de seus alunos em qualquer proposta que utilize um recurso supostamente lúdico” (GARCEZ, 2014, p. 42).

Sob esse viés, Cunha acredita que:

É nesse contexto que o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante. Se, por um lado, o jogo ajuda este a construir novas formas de pensamento, desenvolvendo e enriquecendo sua personalidade, por outro, para o professor, o jogo o leva à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (2012, p. 92).

O ensino de Química se manteve ao longo de muito tempo apenas voltado à transmissão de conceitos, sem considerar os aspectos pedagógicos do processo de ensino e aprendizagem. Porém, atualmente, já existem várias propostas metodológicas que levem aos discentes um ensino mais dinâmico e, nesse contexto, está inserida a utilização de atividades lúdicas. O uso do lúdico para ensinar conceitos químicos pode ser um recurso que desperte o interesse na maioria dos estudantes, motivando-os a buscar soluções e alternativas que resolvam e expliquem as atividades lúdicas propostas (BENEDETTI FILHO *et al*, 2009). Dessa maneira, os jogos educacionais podem ser instrumentos pedagógicos atrativos e inovadores, e auxiliares na aprendizagem de conceitos.

Por fim, faz-se necessário também o uso de recursos didáticos e pedagógicos, como as Tecnologias da Informação e Comunicação, que evidenciam estratégias e materiais de apoio inovadores. A utilização das TICs pode corroborar bastante na construção de conceitos e interação professor-aluno, que se julga necessário para favorecer um âmbito escolar mais dinâmico e participativo. Nessa conjuntura, os componentes tecnológicos devem ser explorados em sala de aula, uma vez que estes instrumentos possibilitam maior interesse do alunado, pois na maioria das vezes, eles são acostumados apenas com a aula tradicional, quadro e giz.

Esse tipo de abordagem metodológica pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos, pois não se trata meramente de uma simples transmissão de conhecimento, e sim de aquisição de experiências. A utilização de recursos midiáticos, como por exemplo, slides, vídeos, filmes, etc., faz com que professores utilizem diferentes métodos que despertem nos educandos interesse, curiosidade e capacidade de raciocínio, para participarem de discussões com propriedade. Além disso, é possível fazer explicações sobre várias áreas do conhecimento, tais como questões culturais, históricas e econômicas (QUINTINO; RIBEIRO, 2010).

Dentro dessa perspectiva, a linguagem audiovisual transmitida apresenta-se como um recurso facilitador na construção de conhecimentos, pois integra a realidade individual com o meio e, assim, é possível desenvolver nos estudantes a sensibilidade e a percepção do universo. Assim, a linguagem audiovisual possibilita ao professor promover a autonomia do estudante quando altera seu papel de transmissor para mediador de aprendizagens. Não obstante, apesar da importância do uso desses recursos como ferramenta de ensino, seu uso

deve ser feito em conjunto com outros recursos, pois por não ser um recurso pedagógico tradicional, o professor tem que ter claro sua intenção e finalidade, para que não se torne uma distração e fuja do propósito pedagógico (QUINTINO; RIBEIRO, 2010).

Dessa maneira, a integração de recursos multimídias com o desenvolvimento de novos materiais de ensino ocorre com o intuito de auxiliar na aproximação do estudante com a Ciência, e na apropriação da linguagem e conceitos científicos. Com o recurso multimídia, a mediação viabiliza a visualização de fenômenos dentro de uma estrutura dinâmica, com o intuito de facilitar a migração entre modos de representação química, podendo favorecer a elaboração conceitual desses fenômenos envolvendo estruturas micro e macroscópica (AYRES, 2011).

Diante destas proposições, é evidente que a utilização de recursos didáticos como a experimentação, o lúdico e as TICs, se faz necessária na realidade do ensino de Química, enfaticamente no ensino da Eletroquímica. Acredita-se que o ensino atrelado a tais recursos deve contribuir para uma visão holística do conhecimento, colocando em ênfase conhecimentos que sejam relevantes e possam interagir no cotidiano do aluno. Assim sendo, a aprendizagem dos discentes deve acontecer mediante a observação e interpretação de fenômenos químicos, relacionando teoria e prática concomitantemente, para que aqueles possam atribuir significados aos conceitos.

#### **4. METODOLOGIA**

Serão apresentadas as etapas metodológicas utilizadas na execução deste estudo. A princípio, será caracterizado o Universo da Pesquisa e o Local da Pesquisa, depois o Tipo de Pesquisa, os Instrumentos de Pesquisa utilizados para a coleta de dados e, por fim, o Planejamento e Descrição das Ações.

##### **4.1 UNIVERSO DA PESQUISA**

Este trabalho foi desenvolvido e aplicado com os discentes pertencentes ao 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio Regular, do período integral. Dentre um total de vinte e oito matriculados, dezoito participaram ativamente das atividades. Os sujeitos estão identificados nesta pesquisa por nomes próprios, porém fictícios para preservar a identidade dos participantes. A aplicação contou com a colaboração da professora regente das turmas, em que ministra as disciplinas de Química e Física na escola.

## 4.2 LOCAL DA PESQUISA

O estudo foi realizado na Escola Cidadã Integral (ECI) Raul Machado, da rede estadual de ensino, localizada no município de João Pessoa – Paraíba. A escola passou a funcionar no modelo de ensino integral em 2018, e possui aproximadamente 600 alunos do ensino Fundamental e Médio, e da modalidade de Educação de Jovens e Adultos – EJA, (ciclos iniciais). Na escola funciona, também, o Ensino Médio Regular no período noturno. O número de matriculados nesta modalidade é maior à noite, uma vez que boa parte destes estudantes trabalha durante o dia.

Esta unidade de ensino possui oito salas de aula, espaços de convivência, refeitório, laboratório de informática e outras dependências. Nas salas de aula não há datashow disponível, apenas um quadro branco. A escola dispõe apenas de uma televisão. Na escola também não há laboratório de Química. O que existe é uma sala de aula adaptada, que funciona como se fosse laboratório de Química e Física, possuindo algumas vidrarias e poucos equipamentos, como por exemplo, estufa, microscópios e capela. No entanto, não está bem estruturada, pois não há instalações apropriadas, como bancadas e pias, nem tampouco reagentes químicos para o desenvolvimento de aulas experimentais.

Diante disto, para a aplicação desta pesquisa, buscaram-se algumas estratégias que superassem estas problemáticas, adequando-se assim, à realidade da escola. Para isso, adaptaram-se as aulas práticas utilizando experimentos alternativos, com materiais do cotidiano, que pudessem ser realizadas em sala de aula, sem oferecer riscos.

## 4.3 TIPO DE PESQUISA

O trabalho foi embasado na pesquisa participante, que, segundo Martins (2013, p. 37) requer a “participação ativa do pesquisador no contexto, grupo ou cultura que estuda/investiga, de forma paritária e em articulação com os sujeitos que estão envolvidos no processo de investigação”.

Para Prodanov e Freitas:

A metodologia desse tipo de pesquisa está direcionada à união entre conhecimento e ação, visto que a prática (ação) é um componente essencial também do processo de conhecimento e de intervenção na realidade. Isso porque, à medida que a ação acontece, descobrimos novos problemas antes não pensados, cuja análise e consequente resolução também sofrem modificações, dado o nível maior de

experiência tanto do pesquisador quanto de seus companheiros da comunidade (2013, p. 69).

Ainda para estes autores, a pesquisa participante compreende algumas estratégias metodológicas previamente estabelecidas, porém, não formam um esquema rígido. A metodologia reside na flexibilidade, e sua utilidade reside na adaptação aos diferentes contextos e situações, que podem mudar a ordem inicial das etapas.

Quanto à abordagem, apresenta caráter qualitativo. Na abordagem qualitativa, considera-se que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. Os fenômenos são interpretados sem fazer uso de métodos e técnicas estatísticas. O próprio ambiente no qual se aplica a pesquisa é a fonte para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os dados são analisados indutivamente pelo pesquisador, diferentemente da abordagem quantitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Esses métodos fornecem diferentes perspectivas que permitem aproximar pesquisador e pesquisado, tornando-os protagonistas da pesquisa, além de fornecer subsídios para uma análise eficaz do processo.

#### 4.4 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Para a coleta de dados foram utilizados quatro instrumentos de pesquisa: Questionário de Sondagem (QS) (Apêndice A) e o jogo Quiz da Química (Apêndice B), aplicados com fim diagnóstico; Caça-palavras (Apêndice C) e Cruzadinha (Apêndice D), estes últimos utilizados com fim avaliativo do processo de aprendizagem dos conteúdos químicos abordados nas aulas. Para a construção destes dois instrumentos lúdicos, foram utilizadas duas ferramentas *online*, específicas para a criação de jogos, como por exemplo, quebra-cabeças, caça-palavras e palavras cruzadas, acessível para professores e demais público: o puzzlemaker, em que foi construído o caça-palavras, e o educolorir, em que foi construído a cruzadinha.

#### 4.5 PLANEJAMENTO DAS AÇÕES

Para o desenvolvimento e aplicação desta sequência didática, foi necessário um planejamento que atendesse ao cronograma escolar e ao plano de estudo da disciplina de Química. Com isso, foram disponibilizadas oito aulas para a execução das atividades, com

duração de 50 minutos cada, totalizando três encontros. Essas aulas aconteceram na sala de aula adaptada, a qual foi designada como um laboratório de Química da escola.

A temática escolhida foi “*pilhas*” por ser um tema que possui uma ampla aplicação prática e tecnológica, sendo consideravelmente importante o seu estudo. A professora das turmas pretendia desenvolver um projeto com os estudantes sobre os diferentes tipos de Energia, o que também contribuiu para a escolha do tema. Vale ressaltar que este conteúdo não havia sido ministrado pela docente das turmas.

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, foi realizado um planejamento que pudesse trabalhar algumas competências e habilidades, sugeridas no documento oficial das Orientações Curriculares para o Ensino Médio, necessárias para a compreensão da temática, estas seguem elencadas:

1. Compreensão das propriedades das substâncias e dos materiais em função das interações entre átomos, moléculas ou íons;
2. Compreensão da estabilidade de átomos de certos elementos químicos e das ligações químicas;
3. Compreensão da natureza elétrica e particular da matéria;
4. Compreensão dos processos de oxidação e redução a partir das ideias de estrutura da matéria;
5. Reconhecimento e compreensão de propriedades químicas como oxidação e corrosão;
6. Reconhecimento da condutividade elétrica das substâncias e materiais;
7. Compreensão da relação entre energia elétrica produzida e consumida na transformação química e os processos de oxidação e redução (BRASIL, 2006, p. 113-114).

Os recursos didáticos escolhidos como estratégias de ensino para o desenvolvimento desta pesquisa foram à experimentação, o lúdico, e as TICs, com o intuito de proporcionar um ensino contextualizado, permitindo atrelar teoria e prática, de modo a minimizar a abstração e subjetividade da Química, características dessa disciplina consideradas pela maioria dos discentes. Devido à falta de laboratório e de reagentes químicos na escola, para a realização dos experimentos foram utilizados reagentes facilmente encontrados no cotidiano, que não oferecem nenhum risco à segurança dos estudantes. Todos os experimentos foram escolhidos e testados previamente pela pesquisadora. A professora da turma já havia ministrado, em um momento prévio a esta aplicação, uma aula de introdução ao laboratório e as normas de segurança.

O resumo do que foi desenvolvido em cada encontro está disposto na Tabela 1:

**Tabela 1:** Organização das atividades executadas.

Encontro	Abordagem	Atividade Realizada
1º (2 aulas)	Diagnóstico Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apresentação da pesquisa;</li> <li>○ Aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento (TA);</li> <li>○ Questionário de Sondagem;</li> <li>○ Explicação sobre reações químicas;</li> <li>○ Aplicação de experimentos:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Liberação de Gás;</li> <li>2. Camaleão Químico;</li> <li>3. Violeta que Desaparece;</li> </ol> </li> <li>○ Aplicação do jogo Quiz da Química.</li> </ul>
2º (3 aulas)	Reações de Oxirredução	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Breve revisão dos conteúdos: Definição de matéria, átomos e elementos, compostos, ligações químicas, transformações químicas, reações químicas;</li> <li>○ Explicação sobre os conteúdos: oxidação, redução, nox, agente redutor, agente oxidante;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicação de experimentos:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oxidação da Palha de Aço;</li> <li>2. Processo de Oxirredução do Ferro;</li> <li>3. À Procura da Vitamina C;</li> </ol> </li> <li>○ Aplicação do Caça-palavras.</li> </ul>
3º (3 aulas)	Eletroquímica: Pilhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Explicação sobre os conteúdos: corrente elétrica, soluções eletrolíticas, propriedades dos metais, definição de pilhas, a pilha de Daniell, diferença de potencial (ddp);</li> <li>○ Aplicação de experimento: Condutividade Elétrica;</li> <li>○ Apresentação de vídeos:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A História da Pilha;</li> <li>2. Fabricação de Pilhas;</li> </ol> </li> <li>○ Produção das pilhas naturais: limão, laranja e batata;</li> <li>○ Aplicação da Cruzadinha.</li> </ul>

FONTE: Autoria Própria.

Em todos os encontros, foram ministradas aulas expositivas dialogadas e participativas, com a exposição dos principais conceitos químicos necessários para a compreensão do estudo, com a participação dos discentes durante o processo. Essa participação



é de suma importância, pois é possível reconhecer o conhecimento prévio da turma e construir novos conceitos conjuntamente. Apenas no último encontro utilizou-se o recurso midiático (slides), devido à pouca disponibilidade da televisão na escola.

Dentre os conceitos abordados, destacam-se: transferência de elétrons, oxidação e redução, nox, corrente elétrica, tendência das substâncias para perder/ganhar elétrons. Esses conceitos são necessários para uma melhor compreensão do fenômeno que acontece na pilha.

#### 4.6 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DAS AÇÕES

Antes da aplicação, os discentes tomaram conhecimento sobre o objetivo da pesquisa. Para isso, houve uma apresentação inicial e, em seguida, foram aplicados, respectivamente, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice E), no qual requeria o consentimento dos responsáveis dos discentes, e o Termo de Assentimento (TA) (Apêndice F), no qual requeria a aceitação dos discentes para participarem da pesquisa.

Nos próximos subitens estão descritos os três encontros detalhadamente e os objetivos de cada aula.

##### *4.6.1 Diagnóstico Preliminar*

O primeiro encontro teve por objetivo identificar o entendimento dos discentes sobre a Química e suas aplicações, bem como sondar o conhecimento prévio quanto aos conceitos fundamentais dessa Ciência, por meio de uma aula diagnóstica, de modo a trabalhar as competências e habilidades (1, 2, 3), sugeridas pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, descritas no item 4.5. Para isso, foram escolhidas três estratégias para alcançar o objetivo proposto, alistadas na sequência.

Inicialmente, foi aplicado um Questionário de Sondagem (Apêndice A), a fim de sondar a visão que concerne a estes estudantes sobre a Química, sua relação com a temática escolhida, e a metodologia aplicada nas aulas de Química. Em seguida, foi realizada uma roda de diálogo com os discentes a fim de promover uma interação na turma, e discutir alguns conceitos químicos necessários para o entendimento do conteúdo central desta pesquisa.

Para auxiliar nesta discussão, foram realizados três experimentos com o intuito de revisar o conteúdo de reações químicas e definir uma reação de oxirredução, sendo de

fundamental importância neste estudo. Os experimentos executados pela pesquisadora foram: Liberação de gás, Camaleão Químico e Violeta que desaparece (Apêndice G).

Por fim, foi aplicado o jogo Quiz da Química (Apêndice B): um jogo de perguntas e respostas, em que abordava conceitos fundamentais da Química, como por exemplo, estrutura atômica, propriedades da matéria, ligações químicas. O jogo possui um total de 13 perguntas, em que a maior parte dessas perguntas continha cinco alternativas de respostas, sendo apenas uma a alternativa correta.

Para a aplicação deste jogo, dividiu-se a turma em dois grupos, para um melhor dinamismo da atividade e cada grupo recebeu cinco placas com as alternativas A, B, C, D e E. Um representante de cada grupo ficou responsável por apresentar a resposta escolhida por todos. As perguntas eram feitas pela própria pesquisadora, com a ajuda da professora. Vencia o jogo o grupo que acertasse o maior número de perguntas.

#### *4.6.2 Reações de Oxirredução*

O segundo encontro teve por objetivo introduzir o conteúdo de Reações de Oxirredução (redox), explorando os conceitos de oxidação e redução, a partir de uma aula dialogada participativa, contextualizada e experimental, trabalhando as competências e habilidades (4, 5), sugeridas pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, descritas no item 4.5.

Após a aula diagnóstica, desenvolvida no encontro anterior, percebeu-se a necessidade de “reconstruir” junto aos discentes alguns conceitos básicos da Química. Estes conceitos já eram de conhecimento da turma, pois eram conteúdos que foram abordados em aulas anteriores pela professora, no entanto, estavam no “esquecimento” do alunado. Portanto, a priori, foi realizada uma revisão para um melhor desenvolvimento das atividades futuras.

Em seguida, introduziu-se o conteúdo de Reações de Oxirredução. Por ser um conteúdo complexo, que requer o entendimento de muitos conceitos químicos abstratos, como por exemplo, transferência de elétrons, eletronegatividade da substância, reatividade dos metais, entre outros, foram escolhidos três experimentos (Apêndice H) que permitissem contextualizar situações cotidianas, tornando possível a compreensão dos fenômenos “redox” das reações trabalhadas nesta aula.

O primeiro experimento, “Oxidação da Palha de Aço”, foi executado pela pesquisadora; os demais experimentos, “Processo de Oxirredução do Ferro” e “À Procura da

Vitamina C”, foram realizados pelos estudantes, dentro de uma abordagem investigativa. Duas situações problematizadoras foram apresentadas, com o intuito de promover um exercício de reflexão e a compreensão dos fenômenos abordados nos experimentos.

Para finalizar este encontro, foi aplicado o jogo Caça-palavras: Reações de Oxirredução (Apêndice C), com o intuito de sondar a aprendizagem dos discentes com respeito às definições abordadas durante a aula. Nesse jogo foram escolhidas 8 palavras que estavam diretamente ligadas ao conteúdo. Vale salientar que as palavras não foram informadas previamente. Sendo assim, os discentes deveriam encontrar as palavras por conta própria, a partir dos conhecimentos adquiridos.

#### *4.6.3 Eletroquímica: Pilhas*

O terceiro e último encontro foi o mais importante desta sequência didática de atividades, pois recai no principal objetivo desta pesquisa. A partir dos conceitos abordados anteriormente, nesta aula pretendeu-se introduzir a Eletroquímica e os principais conceitos químicos envolvidos, de modo a demonstrar o fenômeno que ocorre na pilha, dentro das competências e habilidades (6, 7), sugeridas pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, descritas no item 4.5.

Para isso, foi realizada uma aula dialogada participativa, contextualizada e experimental, com o auxílio de recurso midiático (slides) e da experimentação.

Primeiramente, foram explanados os conceitos de corrente elétrica e circuito elétrico. Para um melhor entendimento destas definições, foi realizado o experimento da Condutividade Elétrica (Apêndice I), com objetivo de ilustrar algumas substâncias capazes de produzir corrente elétrica. Concomitante à prática, exploraram-se os conceitos de soluções eletrolíticas e propriedades dos metais.

Em seguida, introduziu-se o conceito de pilhas, e para auxiliar nesta discussão, foram apresentados dois vídeos: “A História da Pilha” e “Fabricação de Pilhas”. Após a apresentação dos vídeos, apresentaram-se aos discentes dois esquemas de pilhas e suas principais diferenças, como também o processo eletroquímico envolvido em uma pilha.

De modo a facilitar a compreensão desses conceitos, os discentes produziram três tipos de pilhas naturais: Pilha de limão, de laranja e de batata inglesa (Apêndice J). A turma foi dividida em três grupos para um melhor desenvolvimento da atividade. Com este experimento, foi possível verificar a diferença de potencial (ddp) ou voltagem das pilhas, e comparar o valor

com a ddp de uma pilha comercial. Ao final, com cada pilha produzida, pôde-se ligar uma mini calculadora que funciona com uma voltagem de 1,5 V.

Ao término, foi aplicada a Cruzadinha - Eletroquímica (Apêndice D) contendo 15 perguntas sobre todo o conteúdo abordado nas aulas, com o intuito de sondar e avaliar a aprendizagem dos discentes. Como se trata de um conteúdo bastante complexo, foi disponibilizado um resumo sobre o estudo da Eletroquímica (Apêndice K) para auxiliar na resolução dessa atividade lúdica.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

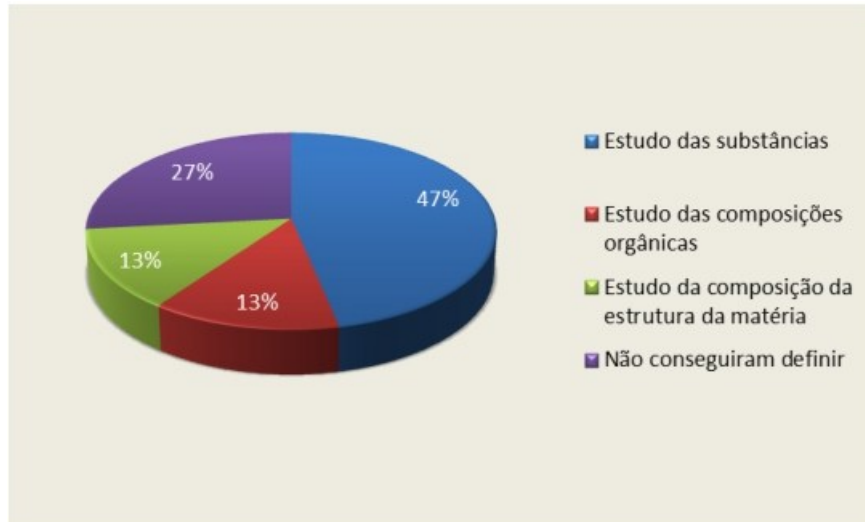
Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados da aplicação desta sequência didática. A princípio, será apresentado o Diagnóstico Preliminar. Por conseguinte, os resultados das aulas sobre Reações de Oxirredução. E por fim, os resultados das aulas sobre Eletroquímica: Pilhas. Para uma melhor análise discursiva e descritiva dos dados, foram obtidos registros de áudio, por meio de gravação durante o processo. A transcrição dos diálogos será utilizada na discussão dos resultados. Na descrição das falas, manteve-se a fala integral dos discentes. Os nomes citados são fictícios, para não expor a identidade dos envolvidos.

### **5.1 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR**

#### *5.1.1 Questionário de Sondagem*

No primeiro encontro, após a apresentação dos objetivos da pesquisa, foi aplicado o Questionário de Sondagem (QS) com a turma, no qual continha cinco perguntas abertas. A análise dos dados auxiliou no planejamento das demais aulas.

O Gráfico 1 ilustra as respostas dos discentes quanto à primeira pergunta: “Para você, o que é Química?”.

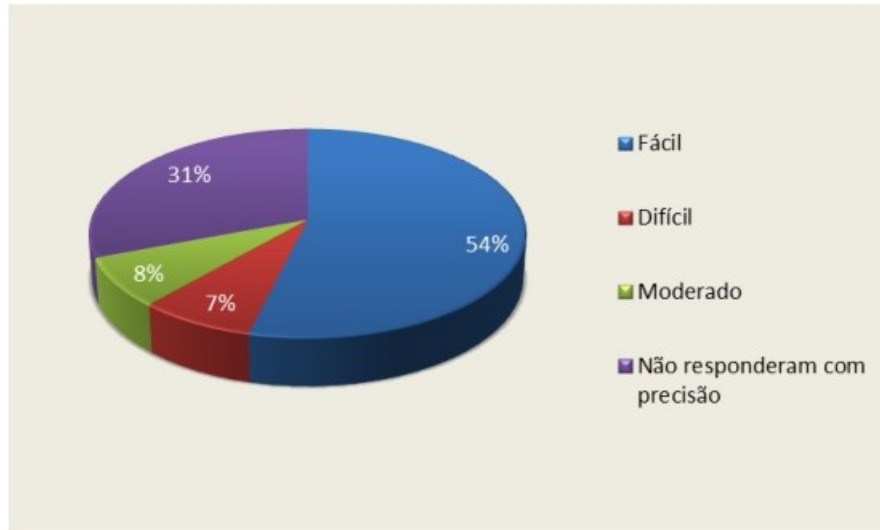


**Gráfico 1:** Resultados para a primeira pergunta: Para você, o que é Química? FONTE: Autoria Própria.

Na literatura define-se Química como a “ciência da matéria e das mudanças que ela sofre” (ATKINS; JONES, p. 2, 2012). Observando as respostas, nota-se que apenas 13% dos discentes associaram parcialmente seus conceitos a definição esperada. Segundo fala da discente Ana, a Química é o “*Estudo da ciência e a composição da estrutura da matéria*”. Já 47% responderam que a Química é a “*substância*”, “*o ensino da substância*”, “*substância que se utiliza nos experimentos*”, “*a mistura das substâncias*”, enquanto que 13% responderam que “*são os compostos orgânicos*”.

Apesar de que as definições apresentadas não condizem exatamente com a literatura, essas associações devem ser consideradas, uma vez que partiram do senso comum do estudante. Além disso, “substância e composto orgânico” são formas de matéria, demonstrando que essas concepções foram adquiridas por meio das vivências nas aulas de Química, sendo necessário apenas construir novos conhecimentos junto ao aluno.

O Gráfico 2 ilustra as respostas da segunda pergunta “Você considera uma disciplina fácil ou difícil?”.



**Gráfico 2:** Resultados para a segunda pergunta: Você considera uma disciplina fácil ou difícil? FONTE: Autoria Própria.

O grau de dificuldade e compreensibilidade depende de algumas variáveis, como por exemplo, da prática de ensino exercida pelo docente em sala de aula, assim como o comprometimento do discente no seu estudo. Segundo Brasil (2006) a visão que concerne à maioria dos estudantes do Ensino Médio é de uma disciplina complexa e de difícil assimilação, por seu nível de abstração, sem nenhuma relação com suas vivências. Porém, mais da metade da turma (54%) respondeu que a consideram como uma disciplina fácil, conforme a fala do aluno Joaquim: “*Fácil, pois quando estudamos a matéria fica mais fácil de compreender*”.

Por outro lado, 31% dos estudantes condicionaram as respostas no sentido de não responderem precisamente se consideravam uma disciplina fácil ou difícil, e as justificativas foram as seguintes:

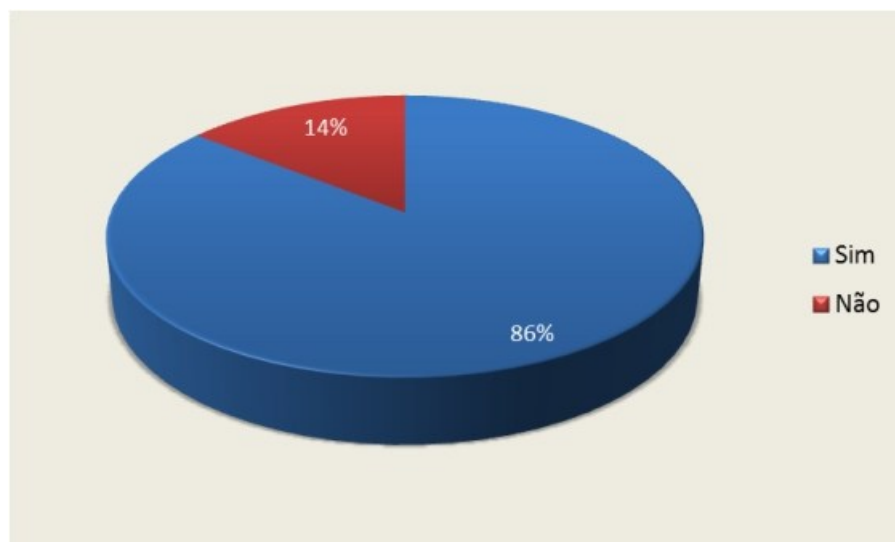
- Maria: “*Depende, pois se realmente presta bem atenção nas aulas e (aprender) pode se tornar uma disciplina até fácil*”;
- João: “*No começo é complicado (mais) com o passar dos dias você percebe que é fácil e legal de ser estudado*”;
- Pedro: “*Fácil para quem se dedica e difícil pra quem não se esforça*”.

Nota-se que Maria, João e Pedro atribuíram o grau de dificuldade ao nível de interesse do próprio aluno. Esse reconhecimento é de extrema importância, pois o docente deve construir conjuntamente o conhecimento com o discente, que por sua vez, deve assumir a responsabilidade no seu processo de aprendizagem. Não obstante, o professor é uma grande influência no processo de formação dos estudantes, portanto, o mesmo deve proporcionar situações e alternativas motivadoras, tornando a disciplina ministrada atrativa no sentido de sua

significância e funcionalidade. Porém, o professor é apenas mediador nesse processo. Durante a intermediação, aquele que media deve ser capaz de promover o diálogo, de tal forma que as opiniões dos discentes sejam ouvidas e registradas e haja o enriquecimento dos argumentos com a inclusão de outros aspectos, tanto teóricos quanto práticos (MATOS; TAKATA; BANCZEK, 2013).

Na terceira pergunta, os discentes foram indagados se eram capazes de identificar a Química no seu dia a dia. Dentre as respostas, os termos mais utilizados foram: “*café, água, perfume, cigarro, esmalte, comidas, plantas, sabonete, alimentação*”. José escreveu: “*no sol, na pressão e na temperatura*”. Já Larissa descreveu: “*quando misturamos a água com o café, água com o óleo, e etc.*”. Apenas um discente não soube responder.

O Gráfico 3 ilustra as respostas da quarta pergunta “Você consegue relacionar a Química com a temática ‘Pilhas’? Cite exemplos”.



**Gráfico 3:** Resultados para a quarta pergunta: Você consegue relacionar a Química com a temática Pilhas? Cite exemplos. FONTE: Autoria Própria.

Todos os que responderam sim à pergunta relacionaram o termo “*energia*” com a temática “Pilhas”. Dentre esses 86%, houve a seguinte resposta: “*Sim, está presente em controles remotos que (consegue) absorver energia*”. Essa percepção é importante, uma vez que na pilha acontece uma reação química entre os constituintes para gerar energia elétrica. Já os 14% não souberam relacionar a Química com a temática em questão.

Quando indagados sobre as aulas de Química na escola, sendo a quinta e última pergunta, todos afirmaram gostarem das aulas, considerando-as “*boas*”, “*ótimas*”. Entre os

recursos metodológicos utilizados pela professora, a experimentação foi citada por todos os discentes em suas respostas, 36% citaram o uso de vídeos, e 20% citaram o uso de jogos nas aulas.

Sabe-se que uma das críticas endêmicas no ensino de Química é a ausência de laboratórios no ambiente escolar. A maior parte das escolas no Brasil não dispõe de um espaço físico adequado para a realização de aulas práticas dessa disciplina, como é o exemplo da escola no qual se desenvolveu esta pesquisa. Nota-se pelas respostas dos discentes, que a docente conseguiu adequar-se à realidade da escola, uma vez que utiliza a experimentação nas aulas sobrepondo à ausência de laboratório. A experimentação no ensino de Química é o método muito atrativo, pois desperta nos discentes a curiosidade por seu caráter ilustrativo. Além disso, proporciona a compreensão de fenômenos e conceitos abstratos dessa Ciência, vinculando teoria e prática de maneira mais lúdica e concreta.

### 5.1.2 Roda de Diálogo

Após a aplicação do Questionário de Sondagem, foi realizada uma roda de diálogo com a turma de maneira a discutir os conceitos de matéria, estrutura da matéria e transformações químicas. Tal momento objetivou obter dados qualitativos para sondar o nível de conhecimento dos estudantes. Vale ressaltar que estes conteúdos haviam sido trabalhados previamente com a professora da turma. A Figura 5 mostra a turma durante o diálogo.



**Figura 5:** Dialogando com a turma. FONTE: Autoria Própria.

Segundo Freire *apud* Menezes e Santiago (2014), o diálogo “favorece o pensar crítico-problematizador das condições existenciais e implica uma práxis social na qual ação e



reflexão estão dialeticamente constituídas” (2014, p. 52). Além disso, o estudante como sujeito no processo desenvolve as potencialidades de comunicação, interação, construindo o seu próprio conhecimento e melhorando sua capacidade de reflexão e decisão.

A priori, perguntou-se o que os discentes compreendiam sobre a Química, e entre as respostas destacam-se: “*são substâncias que às vezes a gente usa no dia a dia*”; “*a mistura de substâncias diferentes*”. Embora esta pergunta já houvesse sido realizada no QS, foi importante refazê-la para iniciar o diálogo, para uma melhor análise do perfil da turma. Nesse momento, foi exposta a definição de Química como sendo a ciência que estuda a matéria e suas transformações (ATKINS; JONES, 2012).

Feito isso, os estudantes foram indagados sobre “O que é matéria?”, não havendo respostas para esta pergunta. Explicou-se que matéria é “qualquer coisa que tem massa e ocupa lugar no espaço” (Atkins; Jones, 2012, p. 5), e o que se conhece como substância também é matéria. “De que é feito a matéria?” foi a seguinte pergunta e José respondeu: “*átomos*”. Em seguida, fora perguntado se o ar era matéria e apenas Júlia respondeu que não. Diante disto, foram feitos alguns questionamentos para a discente, demonstrados no discurso arrolado:

Pesquisadora: “O que é o ar?”.

Júlia: “*Um gás!*”.

Pesquisadora: “De que é feito esse gás?”.

Júlia: “*Átomos?*”.

Pesquisadora: “Sim. Logo, se o ar possui átomos, o ar é matéria”.

Percebe-se que até então, o conceito de Júlia sobre matéria era abstrato. Outros exemplos foram citados como a cadeira, o organismo, os alimentos, as roupas, etc. O intuito nesta etapa foi evidenciar que, ao nosso redor, existem vários exemplos de matéria, pois tudo que compõe a natureza é matéria.

Logo depois, explicou-se que na natureza sempre são observadas as transformações da matéria e que algumas transformações modificam a matéria. Com isso, indagou-se aos estudantes o que seria uma reação química e Pedro respondeu: “*quando mistura a água e o óleo*”. O diálogo subsequente elucida o momento em que outros estudantes apresentaram suas definições na tentativa de responder a indagação:

Pesquisadora: “O que acontece quando colocamos o óleo na água?”.

Clara: “*Eles não se misturam! Fica o óleo em cima da água*”.

Pesquisadora: “Como não se misturam, eles continuam sendo óleo e água?”.

José: “*Sim (né)*”.

Diante disto, fora explicado que a reação química é um processo no qual uma ou mais substâncias (reagentes), se convertem em outras substâncias (produtos), ocorrendo assim, uma mudança química e que vários fatores influenciam nessas reações, como temperatura, quantidade da substância, entre outros (ATKINS; JONES, 2012). Um exemplo deste processo é a própria digestão da comida que acontece no nosso organismo.

É sabido que existem algumas evidências que possibilitam observar se uma reação química aconteceu, como por exemplo, a liberação de um gás e/ou mudança na coloração. Pensando nisso, aplicaram-se três experimentos, dentro de uma abordagem demonstrativa, para auxiliar nesta discussão: Liberação de gás, Camaleão Químico e Violeta que desaparece (Apêndice G). Lembrando que os experimentos foram executados pela pesquisadora.

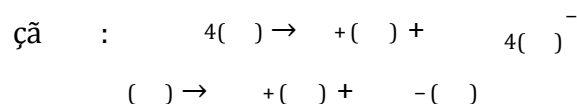
### 5.1.3 Aplicação de Experimentos

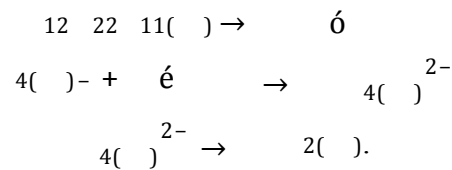
O primeiro experimento, “*Liberação de gás*”, refere-se à reação do ácido acético ( $\text{H}_3\text{CCOOH}$ ), mais conhecido como vinagre, com o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Nesta reação há a formação do acetato de sódio ( $\text{H}_3\text{CCOONa}$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), e a liberação do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), conforme a Equação (V):



Portanto, realizou-se este experimento misturando certa quantidade de bicarbonato de sódio em 10 mL do vinagre, em que é possível observar uma reação instantânea. Quando indagados se havia evidência de reação química, todos responderam com unanimidade que sim, pois segundo os discentes “*saíram umas bolhas como se (fosse) um gás*”.

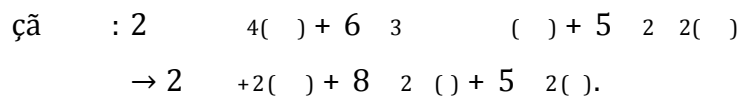
O segundo experimento refere-se à reação do permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), com a sacarose, o açúcar comercial ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) em meio básico, sendo o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), conhecido comercialmente como soda cáustica, a base utilizada. Este experimento é bastante atrativo, pois é possível observar uma mudança de coloração durante a reação, até formar o produto final: no início tem-se uma coloração violeta, logo após apresenta cores intermediárias, como azul escuro e outros tons de azul, passando para o verde e como coloração final, a amarela. Essa mudança acontece devido à formação de diferentes substâncias durante o processo. A Equação (VI) apresenta as etapas da reação:





Os discentes, quando questionados se havia ocorrido alguma reação química, afirmaram que sim, pois havia: “*mudado a cor da substância*”. Ricardo comentou que observou mais de uma cor, conforme a fala descrita: “*Professora por que apareceu essa cor todinha? Formou mais de uma coisa?*”. Diante desta indagação, explicou-se que a reação apresentava algumas etapas intermediárias, até a formação do produto final: a princípio, tem-se uma solução roxa que é conferida pelo íon Permanganato em meio aquoso; após dez segundos da reação, temos um processo de redução gerado pela Sacarose em meio básico, causando a mudança de coloração roxa para verde, ou seja, o íon Permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) é convertido em íon Manganato ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ). Trinta segundos após o início do experimento, o que se observa como último produto formado é o Dióxido de Manganês ( $\text{MnO}_2$ ) que confere a cor amarelada, devido a este ‘passeio’ pelas cores, que este experimento é denominado “*Camaleão Químico*”.

O terceiro e último experimento refere-se à reação do permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), mais o peróxido de hidrogênio, conhecido comumente como água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), e o ácido acético ( $\text{H}_3\text{CCOOH}$ ). Assim como o experimento supracitado, há uma mudança de coloração nessa reação, devido à formação do íon Manganês ( $\text{Mn}^{+2}$ ), conforme a Equação VII:



Inicialmente, tem-se uma coloração roxa devido ao íon Permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ), e após adição dos reagentes confere-se a solução incolor, por esse motivo a reação é conhecida como “*Violeta que desaparece*”. Observando este experimento a discente Ana perguntou: “*O que (acontece) se não fosse adicionado algum destes produtos químicos?*”. Explicou-se então que esta reação não aconteceria, e não seria possível observar o mesmo fenômeno, pois não haveria a formação de um novo produto, ou seria um produto diferente. A estudante Júlia, ao observar este experimento, relatou ter observado umas “*bolhas saindo da água*”, o que implica dizer que houve a formação de um gás. A Figura 6 apresenta o momento de aplicação dos experimentos.



**Figura 6:** Aplicando os experimentos com a turma. FONTE: Autoria Própria.

Vale salientar que o principal objetivo desta prática era discutir o conceito de reações químicas por intermédio das observações, não sendo trabalhados, neste momento, outros conteúdos como equação química, balanceamento das reações, entre outros aspectos. Esta estratégia possibilitou aos estudantes visualizarem uma transformação química, e para a pesquisadora a possibilitou diagnosticar se os discentes eram capazes de identificar e reconhecer uma transformação química através dos fenômenos observados.

#### *5.1.4 Jogo Quiz da Química*

Para finalizar este primeiro encontro, foi aplicado o jogo de perguntas e respostas “Quiz da Química” (Apêndice B). A intenção era verificar o conhecimento dos discentes sobre os conceitos básicos da Química. O jogo continha um total de treze perguntas: onze perguntas com alternativas de A, B, C, D e E, e duas perguntas no formato de “complete a frase”. Todos os discentes participaram da atividade, o que de fato é bastante relevante neste processo de formação. “Os jogos didáticos têm função relacionada à aprendizagem de conceitos, não sendo uma atividade totalmente livre e descomprometida, mas uma atividade intencional e orientada pelo professor” (CUNHA, p. 95, 2012). A Figura 7 apresenta um dos grupos participando da atividade.



**Figura 7:** Grupo participando do Quiz da Química. FONTE: Autoria Própria.

É importante frisar que a quantidade de acertos foi baixíssima, sendo um resultado pouco esperado. O grupo vencedor, ou seja, o que acertou o maior número de perguntas, respondeu três corretamente (perguntas de número 1, 7 e 8), enquanto que o outro grupo respondeu apenas duas corretamente (perguntas 1 e 8), demonstrando uma grande preocupação.

Embora boa parte dos conteúdos houvesse sido estudada nas aulas de Química, percebe-se que há certa deficiência, por parte dos discentes, em correlacionar às definições estudadas em sala de aula, com as perguntas do Quiz, o que demonstra que não houve uma boa assimilação dos conceitos, sendo necessária uma intervenção didática com esses estudantes. Não obstante, este encontro proporcionou um momento de interação, discussão, além de permitir identificar as fragilidades da turma, para assim definir as estratégias necessárias que possibilitassem o desenvolvimento cognitivo dos discentes.

## 5.2 REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

No segundo encontro, o objetivo principal foi discutir os conceitos químicos de uma reação de oxirredução, de tal modo que os estudantes não apenas assimilassem o conteúdo, mas também pudessem reconhecer os fenômenos deste tipo de reação no cotidiano dos mesmos. Visto que essas reações estão presentes em diversas atividades do dia a dia, é importante um planejamento organizado e contextualizado, para assim, possibilitar a construção desses conhecimentos.

### 5.2.1 Revisando Alguns Conceitos Químicos

Diante dos resultados apresentados na aula diagnóstica, percebeu-se que havia a necessidade de revisar alguns conceitos que seriam primordiais para o entendimento dos próximos conteúdos. Desta maneira, a priori, a pesquisadora realizou uma “retrospectiva” junto aos discentes, por meio de uma aula expositiva dialogada (Figura 8), de conceitos fundamentais da Química. Esta aula foi realizada também pelo método tradicional (quadro e giz), porém, de uma maneira mais dialógica. Este momento foi de suma importância, pois a partir do diálogo, a pesquisadora pôde reconhecer as habilidades dos estudantes, por meio dos conhecimentos compartilhados. Além disso, houve o incentivo, a interação durante essa aula, e o despertar do raciocínio dos discentes.



**Figura 8:** Revisando os conceitos químicos com a turma. FONTE: Autoria Própria.

Neste processo, é importante destacar que o educador não deve apenas depositar conhecimentos no alunado, e sim construir conjuntamente esses conhecimentos. Para isso, é preciso saber escutar. Freire (2014) afirma que ensinar exige saber escutar e o diálogo é uma estratégia pedagógica mais adequada para promover a autonomia esperada como resultado do processo educativo.

Os conceitos abordados foram discutidos de tal maneira que pudessem responder as perguntas dispostas no Quadro 1:

**Quadro 1:** Tópicos da retrospectiva dos conteúdos químicos.

1. O que estuda a Química?
2. Onde encontramos Química no cotidiano?
3. O que é matéria? Substância é matéria? Quais os estados da matéria?

4. Quais os tipos de transformações da matéria? Onde/quando podemos observar uma transformação química e física?
5. O que é energia? Qual a sua importância nas transformações da matéria?
6. De que é composta a matéria? O que é um átomo? Quais as partículas que compõem um átomo?
7. O que é um elemento químico? O que são compostos? Quais os tipos?
8. Quais os tipos de elementos? Metais, não metais e ametais. Reatividade dos metais.
9. Quais os tipos de ligações? O que é um íon?
10. O que são as reações químicas? Quais os tipos?

FONTE: Autoria própria.

Enfaticamente, explanou-se sobre essas três últimas perguntas, pois a compreensão destes conceitos é essencial para o entendimento do conteúdo central. Para isso, foram mencionadas algumas características dos metais, ametais e gases nobres, em que se evidenciou a facilidade com que os metais doam elétrons, os ametais recebem elétrons e o fato de os gases nobres serem estáveis, pois possuem a última camada eletrônica de seus elementos totalmente preenchida com elétrons. Além disso, cada elemento possui uma propriedade específica de reagir quimicamente, dependendo de sua natureza, e a tendência em doar ou receber elétrons.

Quando indagados sobre a definição de íon, os discentes não souberam responder. Porém, ao serem questionados, por exemplo, sobre a definição de ligação química do tipo iônica, Júlia respondeu da seguinte maneira: “*A ligação iônica é quando um (dá) e o outro recebe. Quando tem um cátion e um ânion*”. A discente se refere nesta fala à doação e recebimento de elétrons existente entre os elementos de um composto iônico. Embora não fora de conhecimento da Júlia a definição exata de íon, nota-se que ao citar os termos cátion e ânion, ela faz referência aos íons da ligação do tipo iônica.

Neste contexto, explicou-se que um íon é um átomo com carga positiva (cátion) ou negativa (ânion), e que uma ligação iônica era formada por um metal e um não metal, em que os elementos metálicos, normalmente, formam cátions e os elementos não metálicos formam ânions. Isso porque os átomos tendem a completar seus octetos pela transferência de elétron (ATKINS; JONES, 2012). Dessa maneira, tomou-se como exemplo o cloreto de sódio ( $\text{NaCl}_{(s)}$ ), comumente conhecido como sal de cozinha. Explicou-se que, em meio aquoso, há uma

dissociação deste sal e a formação dos íons positivos e negativos, conforme a reação:  $(\text{NaCl}) + 2(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ , em que o  $\text{Na}^+$  é o cátion, e o  $\text{Cl}^-$  é o ânion.

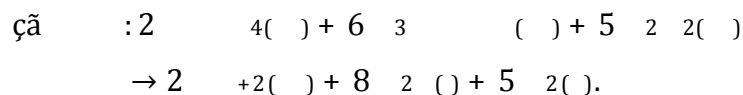
Por meio deste diálogo, foi possível inserir os discentes no contexto da aula, fornecendo meios para o entendimento de conceitos previamente vistos e possibilitando a aprendizagem de conceitos antes não compreendidos.

### 5.2.2 Introduzindo as Reações de Oxirredução

Em seguida, retornando à discussão sobre as reações químicas, iniciada no encontro anterior, foi introduzido o conteúdo de reação de oxirredução. Conceituou-se aos discentes às reações de oxidação-redução, ou redox, também conhecidas como oxirredução, como sendo as reações que envolvem uma transferência de elétrons entre as substâncias, sendo muito comuns no nosso dia a dia, a exemplo do que acontece na fotossíntese, na queima de combustíveis, no metabolismo dos alimentos, na corrosão, na ação de alvejantes domésticos, na produção de energia elétrica, entre outros (ATKINS; JONES, 2012; CHANG; GOLDSBY, 2013).

Em linhas gerais, na reação de oxidação-redução, a transferência de elétrons acontece de uma espécie para outra, ocorrendo perda e ganho de elétrons, respectivamente, e como resultado tem-se a mudança no estado de oxidação das espécies envolvidas. O processo redox ocorre de modo simultâneo, pois os elétrons recebidos pela espécie que se reduz serão cedidos pela espécie que sofre oxidação. (ATKINS; JONES, 2012; CHANG; GOLDSBY, 2013).

De modo a trabalhar os conceitos de oxidação, redução, agente redutor, agente oxidante, número de oxidação, retomou-se ao exemplo do experimento “*Violeta que desaparece*” aplicado no primeiro encontro, pois caracteriza uma reação do tipo redox. A reação está disposta na Equação VIII.



Nesta reação, o permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) é o agente oxidante, pois é a substância que provoca a oxidação; enquanto que o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) é o agente redutor, pois é a substância que provoca redução. A espécie que sofre a redução (ganho de elétrons) é o manganês, passando de um estado de oxidação +7 ( $\text{Mn}^{7+}$ ) para um estado de oxidação +2, formando o íon manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ), que é incolor em meio aquoso. A espécie que



sofre a oxidação (perda de elétrons) é o peróxido, passando de um estado de oxidação -2 ( $O_{22-}$ ), para um estado de oxidação zero ( $O_{20}$ ).

Após a explicação, João fez a seguinte pergunta: “*Por que esse número diminuiu se o manganês ganhou elétron?*”. Fora então explicado que o elétron, por ser uma partícula negativa, quando um elemento perde elétrons fica carregado positivamente, por isso o número de oxidação é positivo. Estando o manganês com o estado de oxidação +7, implica dizer que inicialmente ele possui uma carência de sete elétrons. Porém, na reação ele ganha cinco elétrons. À medida que o elemento ganha elétrons, sua carga vai se tornando mais negativa, por este motivo o número diminuiu. Quanto mais negativo o número, implica dizer que possui elétrons. Quanto mais positivo for o número, significa que o elemento perde elétrons. Por este motivo, fala-se que sofreu redução, pois o número na escala matemática reduziu, embora tenha ganhado elétrons (ATKINS; JONES, 2012).

É de fundamental importância à compreensão por parte dos estudantes da definição de estado de oxidação dos elementos, pois para conceituar uma reação de oxirredução, nas discussões futuras, utilizará o número de oxidação como referência. O estado de oxidação é a medida do grau de oxidação de uma espécie (átomo) em uma substância, sendo definido de acordo com um conjunto de regras. “Quanto maior o estado de oxidação de um átomo, maior é o seu grau de oxidação; quanto menor for o estado de oxidação, maior é o seu grau de redução” (KLEIN; BRAIBANTE, 2017, p. 43).

Observando a turma, notou-se que, a princípio, os estudantes mostraram-se bastante ativos e participativos, o que permitiu uma melhor interação da turma e o compartilhamento de ideias. Todavia, passado certo tempo, foi notório que a aula estava exaustiva e cansativa, pois cada vez menos os estudantes participavam da discussão.

Essa postura é bastante compreensível devido ao tipo de aula e a complexidade do conteúdo. São termos bastante abstratos, que acabam gerando certa confusão, sendo um desafio para aquele que ensina adaptar a linguagem aos conceitos trabalhados. Isso elucida a importância de utilizar recursos didáticos inovadores tais como: a experimentação, o lúdico, as TICs, por exemplo. Essas estratégias, aliadas às discussões orientadas, contribuem para uma aprendizagem real e significativa, e desperta o interesse do alunado.

No entanto, apenas a utilização destes recursos mencionados para o ensino do conteúdo de oxirredução, principalmente a aplicação de atividades experimentais, não são suficientes. Como afirmam Klein e Braibante (2017, p. 41), é de extrema importância “às discussões conceituais básicas para a construção do conhecimento, visto as dificuldades

apresentadas no ensinoaprendizagem deste conceito”. As práticas diferenciadas são importantes, porém, devem ser acompanhadas de conceitos bem definidos para que a aprendizagem do conteúdo seja mais concreta.

Diante disto, foram escolhidas previamente três atividades experimentais investigativas (Apêndice H) e aplicadas com a turma para auxiliar na discussão, contextualizando o conteúdo de oxirredução. São experimentos simples, entretanto que permitem a visualização de fenômenos do tipo redox, e aproxima o alunado às situações cotidianas.

Segundo Pazinato *et al* (2012, p. 21) “a experimentação no ensino de Química desperta um forte interesse nos diversos níveis de escolarização, pois os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos”. Além disso, os experimentos promovem a discussão dos conceitos químicos, e oferecem subsídios para o desenvolvimento da aprendizagem e de habilidades básicas para o reconhecimento da Química no seu entorno. Nesse sentido, as atividades investigativas são importantes ferramentas, pois tem consonância com aspectos do cotidiano do alunado, uma vez que oferece condições para que eles pensem e testem hipóteses sobre os fenômenos científicos que ocorrem ao seu redor. Nesse contexto, o professor passa a ser um mediador do processo de ensino, dentro de uma abordagem construtivista (MATOS; TAKATA; BANCZAK, 2013).

Vale ressaltar que, os experimentos foram realizados com materiais comuns do dia a dia, adquiridos em farmácias e supermercados. A primeira atividade experimental foi realizada por demonstração pela pesquisadora; as demais atividades foram realizadas pelos estudantes.

#### ○ *Experimento: Oxidação da Palha de Aço*

O primeiro experimento, realizado pela pesquisadora, dentro de uma abordagem demonstrativa investigativa, foi a “*Oxidação da Palha de Aço*” (Figura 9). Este experimento foi adaptado dos autores Francisco Júnior e Dochi (2006). Trata-se de um experimento que possibilita demonstrar, com praticidade, o fenômeno da oxidação do ferro. De acordo com Matos, Takata e Banczek (2013), os experimentos demonstrativos possibilitam a construção de conceitos científicos.



**Figura 9:** Aplicando o experimento Oxidação da Palha de Aço. FONTE: Autoria Própria.

Para a realização do experimento, conforme o roteiro experimental, um pequeno pedaço da palha de aço foi embebido em vinagre ( $\text{H}_3\text{CCOOH}_{(\text{aq})}$ ) por cerca de um minuto, e após isso, sacudiu-se a palha para a retirada do excesso. Em seguida, introduziu-se a palha dentro de uma seringa plástica de 20 mL. Após este processo, tampou-se a extremidade superior com o êmbolo e a inferior foi mergulhada em um béquer com água, de modo a selar a ponta da seringa. Após alguns minutos, foi possível observar a entrada da água na seringa e a elevação do seu nível.

Em seguida, houve a discussão do fenômeno observado, em que foi realizado um diálogo com a turma, conforme as narrativas descritas:

Pesquisadora: “Vocês conseguem observar o que está acontecendo?”.

Paulo: “*(Tô) vendo que (tá) puxando a água*”.

Pesquisadora: “Por que isto está acontecendo?”.

Turma: “*Não sei*”.

Pesquisadora: “O que há dentro da seringa?”.

Clara: “*A palha de aço*”.

Pesquisadora: “Algo mais?”.

Joaquim: “*Oxigênio!*”.

Pesquisadora: “Então, por que o nível da água está aumentando?”.

Joaquim: “*Por que diminuiu o oxigênio?*”.

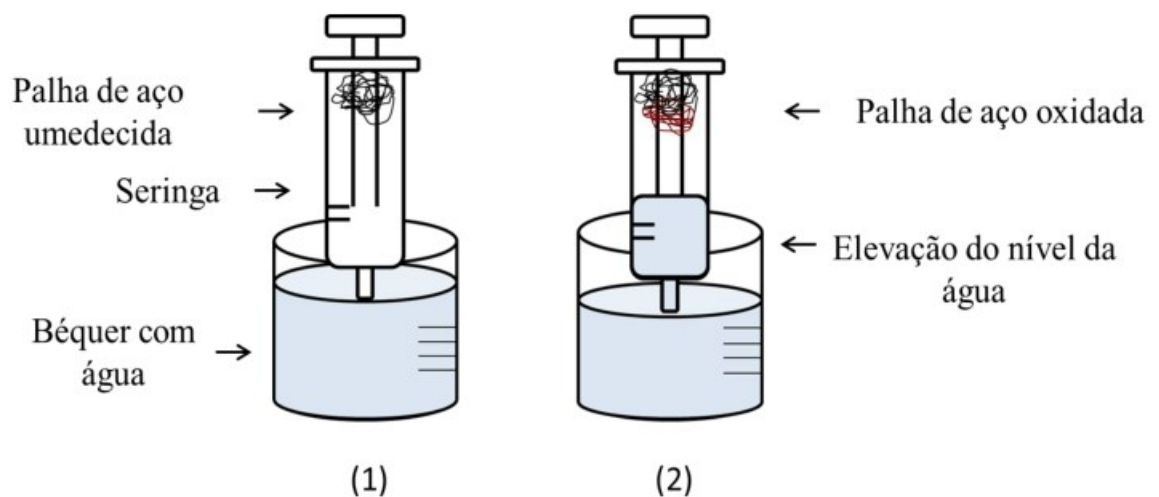
Pesquisadora: “Se diminuiu o oxigênio, significa que reagiu com algo. Quem consumiu o oxigênio?”.

Clara: “A palha de aço?”.

Essas observações são importantes, pois estimula o raciocínio do alunado. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

é essencial que as atividades práticas, em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão teórico/prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens e modelos explicativos específicos que, incapazes de serem produzidos de forma direta, dependem de interações fecundas na problematização de (re)significação conceitual pela mediação do professor (BRASIL, 2006, p. 123-124).

Explicou-se aos discentes que a entrada da água na seringa, foi ocasionada pela diferença de pressão entre o interior da seringa e o ambiente. Este fenômeno observado pode ser explicado pela Lei Geral dos Gases, na qual afirma que a Pressão é proporcional ao número de mol do gás. O oxigênio foi consumido na reação, diminuindo assim a pressão interna, fazendo com que a pressão externa prevalecesse, elevando o nível da água (ATKINS; PAULA, 2014). É importante frisar que neste experimento a análise do fenômeno foi meramente qualitativa, não sendo realizado nenhum tipo de cálculo. A Figura 10 apresenta o esquema do experimento.



**Figura 10:** Esquema do Experimento da Oxidação da Palha de Aço: (1) Antes da Reação; (2) Depois da Reação. FONTE: Autoria Própria.

Neste momento, foi perceptível o entusiasmo e a curiosidade da turma ao visualizarem o experimento, fazendo com que os estudantes realizassem perguntas sobre os reagentes e procedimentos, e participassem das discussões ativamente. Esta estratégia foi muito importante, pois foi capaz de retirar o aluno do estado de inércia mencionado anteriormente, de

modo a despertá-lo para a aula. Tal fato ocorrido corrobora com as ideias de Souza (2013), o qual relata que as atividades experimentais auxiliam nas interações professor-aluno, pois aguçam a curiosidade dos discentes de forma que possibilita melhores oportunidades de aprendizagem.

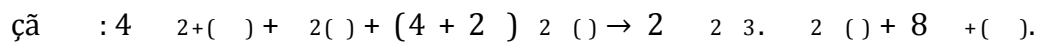
No fim da reação, observou-se que a palha de aço adquiriu uma aparência diferente da que foi introduzida inicialmente. Quando indagados sobre o que aconteceu com a palha de aço, Maria afirmou que havia “*enferrujado, porque ficou meio marrom*”. Com isso, perguntou-se aos estudantes o que viria a ser a ferrugem e João, partindo do seu senso comum, respondeu que era “*ferro velho*”. Esta visão que concerne a João deve-se ao fato de que a ferrugem, nada mais é, do que a deterioração do ferro. A este fenômeno dar-se o nome de corrosão. A corrosão, portanto, “é a deterioração de metais por meio de um processo eletroquímico” (CHANG; GOLDSBY, 2013, p. 840).

A partir disto, explicou-se que a corrosão é um processo espontâneo, sendo responsável pela deterioração de utensílios e eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos, e pode provocar danos a edifícios, automóveis, navios, tubulações, entre outros materiais metálicos (CHANG; GOLDSBY, 2013). Nas indústrias, a corrosão acarreta problemas, como por exemplo, “os custos de manutenção e substituição de equipamentos, algumas perdas de produtos e impactos ambientais decorrentes de vazamentos em tanques e tubulações corroídas” (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2011, p. 57).

Dando continuidade, para um melhor entendimento do assunto proposto, apresentaram-se para a turma dois pregos de ferro, sendo um deles enferrujado. Ao serem questionados se a ferrugem era um processo químico, Pedro respondeu que sim, pois: “*o prego enferrujado tem a cor diferente, era marrom*”. Pedro adquiriu este entendimento após o diálogo do encontro anterior, em que se discutiu que umas das evidências do acontecimento de uma reação química é a mudança de coloração. Clara falou que o mesmo acontece com a palha de aço exposta na pia da cozinha: “*o bombril quando fica molhado fica todo enferrujado*”. Em resumo, a palha de aço sofre um processo de oxirredução, adquirindo uma coloração marrom avermelhada.

A formação da ferrugem sobre o ferro é o exemplo de corrosão mais comumente conhecido no cotidiano. Este fenômeno dar-se devido à oxidação do ferro. Para que o ferro enferruje, é necessária a presença de oxigênio e água (CHANG; GOLDSBY, 2013). Portanto, fora explicado a turma que a palha de aço oxidou, ou seja, perdeu elétrons, devido à presença de oxigênio (O<sub>2</sub>) no interior da seringa.

A palha de aço contém o elemento ferro ( $\text{Fe}_{(s)}$ ), encontrando-se em seu estado neutro, com o número de oxidação zero. Ao ser umedecido na solução de vinagre (ácido acético), o  $\text{Fe}_{(s)}$  passa para  $\text{Fe}_{2+(aq)}$ , perdendo dois elétrons. Porém, no interior da seringa tem-se a presença de oxigênio ( $\text{O}_{2(g)}$ ), e o oxigênio do ar faz com que o ferro oxide mais uma vez, ou seja, perca elétrons, chegando ao estado de oxidação +3 ( $\text{Fe}_{3+(aq)}$ ), enquanto que o oxigênio ganha elétrons, chegando ao estado de oxidação -2 ( $\text{O}_{22-}$ ). Ao término, tem-se a substância Óxido de Ferro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), que possui coloração vermelha, que seria a *ferrugem*. A reação de oxidação do ferro apresenta várias etapas complexas, porém, pode ser expressa pela reação global explícita na Equação IX:



Apresentando a equação química supracitada, analisando a carga elétrica de cada elemento, ou seja, o número de oxidação, perguntou-se a turma qual elemento reduziu e qual elemento oxidou. Após análise, Ana afirmou que o ferro: “*perdeu elétrons, porque o número (tá) positivo*”. Com isso, perguntou-se qual elemento havia ganho estes elétrons, e José respondeu: “*o oxigênio, porque (tá) mais negativo*”. Nota-se que, embora seja bastante complexa a compreensão dos estados de oxidação, Ana e José conseguiram identificar as espécies que oxidaram e reduziram nesta reação. Essa percepção traduz a relevância da contextualização experimental nas aulas de reações de oxirredução.

### ○ *Experimento: Processo de Oxirredução do Ferro*

O segundo experimento, realizado pelos estudantes dentro de uma abordagem investigativa, foi o “*Processo de Oxirredução do Ferro*”. Esta atividade experimental foi adaptada de Tarnowski (2015), da página web *Química em Prática*. Para a realização do experimento, dividiu-se a turma em três grupos, com seis alunos em cada grupo, com o intuito de facilitar o desenvolvimento da prática. A priori, fora perguntado à turma qual seria a função da água sanitária no dia a dia, e alguns afirmaram que a água sanitária serve para “*limpar a casa*”, “*tirar as manchas*”, “*lavar o banheiro*”. Perguntou-se também se alguém teria conhecimento sobre o composto químico presente na água sanitária, entretanto ninguém soube responder.

De modo a problematizar o experimento, foi-lhes apresentada uma situação cotidiana hipotética, adaptada também de Tarnowski (2015), como problematização inicial,

para contextualizar o conteúdo e promover um diálogo na turma. A situação está descrita no Texto 1:

Texto 1: A água sanitária é um composto químico utilizado para limpeza e desinfecção de superfícies, cujo produto ativo é o Hipoclorito de Sódio ( $\text{NaClO}$ ). Certo dia, eu percebi que minhas chaves estavam sujas e resolvi limpá-las com água sanitária. Porém, elas ficaram ainda mais sujas. Por que isso aconteceu?

A partir da leitura do texto, os grupos refletiram sobre as possíveis justificativas para a supra problemática, relembando as discussões dos conceitos anteriores. Após a reflexão, a turma apresentou as seguintes conclusões:

Conclusão 1: *“Porque o ferro não se limpa com água sanitária”*.

Conclusão 2: *“Porque enferrujou”*.

Para uma melhor reflexão, foi escrita no quadro a fórmula molecular do Hipoclorito de Sódio ( $\text{NaClO}$ ). Uma das afirmações para a resolução do problema foi que o objeto constituído de ferro, havia enferrujado. Diante disto, fez-se a seguinte pergunta:

Pesquisadora: *“Vendo a composição da água sanitária, por que vocês acreditam que as chaves enferrujaram?”*.

Júlia: *“Porque reagiu com o  $\text{NaClO}$ ”*.

Pedro: *“Porque reagiu com o oxigênio!”*.

Pesquisadora: *“Então, se reagiu com o oxigênio, o que formou?”*.

Júlia: *“Óxido de ferro que é a ferrugem”*.

Nota-se que os discentes foram capazes de compreender o processo da ferrugem, explorado no experimento anterior, mediante as falas mencionadas. Sabe-se que a atividade experimental constitui uma das ferramentas-chaves no processo de ensino e aprendizagem das Ciências, principalmente no tocante a Química. Portanto, nessa práxis, espera-se que os estudantes estejam envolvidos de uma maneira vívida, em que ação e reflexão não podem ser destituídas uma da outra. O elo entre motivação e aprendizagem deve acarretar o desenvolvimento cognitivo dos discentes (FRANCISCO JR., FERREIRA; HARTWIG, 2008).

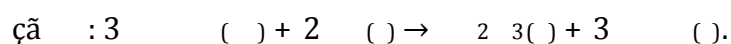
Diante das explicações, realizou-se o experimento para comprovar se as conclusões eram plausíveis, e se de fato ocorreria o processo da ferrugem do ferro. Seguindo o roteiro experimental, foi entregue um béquer para cada grupo, contendo certa quantidade de água sanitária, e alguns pregos de ferro. Os pregos foram utilizados para simular as chaves. Alguns pregos foram mergulhados na solução de água sanitária; outros ficaram fora do recipiente, para futura comparação. A Figura 11 apresenta o momento da prática.



**Figura 11:** Aplicando o experimento Processo de Oxidação do Ferro. FONTE: Autoria Própria.

Enquanto realizavam o experimento, José tampou o recipiente com a mão para “evitar a entrada de oxigênio do ar, pra não enferrujar”, segundo palavras dele. Todavia, Maria, sua companheira de grupo, falou a seguinte frase: “Não adianta tampar não, que de todo jeito vai enferrujar, porque a água sanitária tem oxigênio, e tem o oxigênio do ar dentro do béquer”. Esta fala revela o conhecimento adquirido por Maria sobre o processo de oxirredução. Não obstante, explicou-se a turma que é possível acelerar a reação se o prego for mergulhado na água sanitária e, em seguida, for deixado exposto ao ar, uma vez que além de reagir com o oxigênio do hipoclorito de sódio, reagirá também com o oxigênio do ambiente.

Passado alguns minutos, os estudantes puderam observar o fenômeno redox nos pregos, relatados por eles mesmos. Notadamente, algumas partes ficaram com a coloração avermelhada, caracterizando assim a ferrugem. A reação que explica este processo químico está explícita na Equação X:



Conforme a equação química supramencionada, nesta reação de oxirredução, o ferro ( $\text{Fe}_{(s)}$ ) é a espécie que sofre oxidação, passando do estado de oxidação zero para o estado de oxidação +3 ( $\text{Fe}_{3+}$ ), enquanto que a espécie que sofre a redução é o cloro ( $\text{Cl}$ ), passando do estado de oxidação +1 ( $\text{Cl}_{1+}$ ) para o estado de oxidação -1 ( $\text{Cl}_{1-}$ ).



É conhecido que a Química praticada nas escolas, ainda se enfatiza um número excessivo de conteúdos, aplicados de forma fragmentada, em que não são estabelecidas relações entre conteúdos e o contexto dos discentes. Esse tipo de ensino não permite uma formação crítica, tampouco o desenvolvimento do raciocínio científico (FRAGAL *et al*, 2011). Desta maneira, para alcançar resultados significativos, a experimentação investigativa precisa conduzir e instruir o estudante para um mundo concreto e real, permitindo o estímulo de questionamentos dentro do contexto estudado (GUIMARÃES, 2009).

Sendo assim, este experimento possibilitou uma maior compreensão do processo da ferrugem do ferro, e despertou no alunado a busca por novas informações. Percebe-se que a utilização de uma abordagem problematizadora, faz com que o discente se auto desenvolva, aprimorando assim, os seus conhecimentos.

○ *Experimento: À Procura da Vitamina C*

O terceiro e último experimento, também realizado pelos estudantes dentro de uma abordagem investigativa, foi “*À Procura da Vitamina C*”. Esta atividade experimental foi adaptada do livro “A química perto de você: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio”, da Sociedade Brasileira de Química – SBQ (2010). Para um melhor desenvolvimento do experimento, dividiu-se a turma em dois grupos, com nove alunos em cada grupo.

Para auxiliar na discussão do experimento, foi-lhes apresentada uma situação cotidiana hipotética, como problematização inicial, para mais uma vez contextualizar o conteúdo e promover uma interação na turma. A situação está descrita no Texto 2:

Texto 2: Uma vez resolvi fazer um café da manhã na minha casa. Comprei vários alimentos: pão, bolo, bolachas e frutas. Entre as frutas, estavam maçã, banana e peras. Cortei as frutas e fiz uma salada de frutas. Porém, notei que depois de um tempo as frutas começaram a ficar escuras, estragando a beleza delas. Por que as frutas escureceram? O que eu poderia ter feito para evitar que as frutas escurecessem?

Após a leitura da problemática inicial, realizou-se um diálogo com a turma na tentativa de promover a reflexão sobre as possíveis resoluções do problema. Respondendo a pergunta inicial: “Por que as frutas escureceram?”. Pedro afirmou que “*o oxigênio delas saiu*”, por este motivo ficaram escuras. Alguns estudantes também afirmaram que foi porque as frutas perderam o elemento oxigênio. No entanto, Clara falou que isso ocorreu “*devido as bactérias*

*das frutas*". Quando indagados sobre o que poderia ter sido feito para evitar o escurecimento das frutas, Pedro falou que *"é só colocar na geladeira"*. Todavia, Ana fez a seguinte afirmação: *"mas se colocar na geladeira do mesmo jeito fica preto. Acho que o melhor seria não descascar as frutas"*. Diante desta fala, a pesquisadora fez a seguinte indagação:

Pesquisadora: "Vocês percebem que as frutas fora da geladeira escurecem. E no interior da geladeira também escurecem. Portanto, o que pode ser feito?"

Joaquim: *"Cortar quando for comer"*.

Pesquisadora: "Mas eu gostaria de deixar as frutas cortadas previamente. O que poderia ser feito?"

Joaquim: *"Colocar papel filme"*.

Pesquisadora: "Vocês já fizeram salada de frutas? Quais frutas vocês colocam?"

Ana: *"Banana, maçã, laranja, leite condensado"*.

Pesquisadora: "Como você coloca a laranja?"

Ana: *"Em pedaços. Mas se colocar a laranja fica escura mais rápido"*.

Júlia: *"Eu acho que não fica escura por causa do ácido da laranja"*.

Pesquisadora: "Eu quando preparo uma salada de frutas adiciono o suco de laranja às frutas, evitando assim o escurecimento das mesmas. Vocês sabem por que isso ocorre?"

Turma: *"Não"*!

Pedro: *"Se colocar o suco de limão isso também acontece?"*.

Pesquisadora: "Sim".

Partindo deste diálogo, explicou-se que a laranja e o limão, por exemplo, são frutas que possuem um composto que evita o escurecimento das frutas. Este composto seria a vitamina. Quando indagados qual a vitamina que compõem essas frutas, Ana afirmou que seria *"a vitamina C"*. Portanto, ao adicionar o suco de laranja na salada de frutas, evita o escurecimento das frutas mais rapidamente. Para auxiliar nesta discussão, foi realizada a leitura de um texto intitulado: *Vitamina C: um antioxidante indispensável* (Anexo I), de autoria de Zanin (2016), retirado do site tuasaude.com. Esse texto elucida algumas características da vitamina C que faz com que seja uma substância indispensável para a saúde do ser humano.

Uma vez realizada a leitura do mencionado texto, perguntou-se a turma qual seria o motivo pelo qual se adiciona o suco de laranja às frutas, e os estudantes não souberam responder precisamente. Fora então explicado a turma que a vitamina C presente na laranja evita que as frutas oxidem. Ao se partir a fruta, como a banana, maçã e pera, acontece uma reação de oxirredução, pois ao entrar em contato com o oxigênio presente no ar, a fruta sofre

uma oxidação que é perceptível através do escurecimento da superfície do alimento. A laranja é um alimento rico em vitamina C e, por sua ação antioxidante, evita que este fenômeno aconteça.

A vitamina C é um importante antioxidante, pois evita principalmente a formação de radicais livres no organismo. Além disso, atua na acumulação de ferro na medula óssea, baço e fígado, na produção de colágeno, na formação de ossos e dentes, dentre outras funções (SBQ, 2010).

Com o intuito de verificar a presença da vitamina C em sucos de frutas, realizou-se o experimento conforme o roteiro experimental. Para a realização do experimento, foram preparados quatro sucos de diferentes frutas: laranja, limão, maracujá e acerola. Em seguida, preparou-se uma solução dissolvendo um comprimido efervescente de vitamina C em um litro de água. As amostras foram preparadas pelos estudantes com o auxílio da pesquisadora, com exceção dos sucos de acerola e maracujá que foram preparados previamente. Além das amostras, foi preparada uma solução de amido de milho que seria adicionado às amostras. O intuito da atividade foi identificar qual dos sucos de frutas possuía uma maior quantidade de vitamina.

Foram separados seis copos para o experimento. No primeiro copo adicionou-se 20 mL da solução de amido. O amido neste caso atuou como indicador. Nos demais copos, adicionou-se uma alíquota de 5 mL de cada amostra com o auxílio de uma seringa. O procedimento consistiu em adicionar a cada suco de fruta 20 mL da solução de amido de milho, assim como a solução do comprimido efervescente. Em seguida, adicionou-se gota a gota uma solução de tintura de iodo, a 2%, comercialmente vendida em farmácias, até que fosse possível observar uma coloração azul intensa nas soluções. Ao término, anotou-se o número de gotas necessário para o aparecimento da cor azul em cada amostra. A Figura 12 apresenta o momento da atividade experimental.



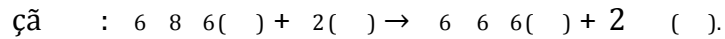
**Figura 12:** Aplicando o experimento À Procura da Vitamina C. FONTE: Autoria Própria.

Os estudantes ficaram impressionados à medida que realizavam o experimento, pois não imaginavam que era possível verificar o teor de vitamina C em sucos por meio de um experimento tão simples. Segundo o texto de Zanin (2016), uma das frutas com maior quantidade de ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ), conhecido como vitamina C, é a acerola. Através do experimento foi possível corroborar esta informação. Quando indagados qual das amostras possuía uma maior quantidade do ácido ascórbico, os estudantes informaram que seria a amostra do suco de acerola. Ao terminar o experimento, Maria falou a seguinte frase: “*Eu pensava que não ia ficar azul nunca*”. Isso porque foram necessárias 60 gotas para que a coloração azul aparecesse na solução sem alterar-se. Para os demais sucos foram necessárias apenas entre 6 e 8 gotas. Para a solução do comprimido efervescente da vitamina C foram necessárias 14 gotas da solução de iodo. Portanto, seguindo uma ordem decrescente de teor de ácido ascórbico presente nos sucos, tem-se: acerola > comprimido efervescente > limão > laranja > maracujá.

Fora então explicado aos discentes o que acontece no experimento: a vitamina C apresenta comportamento químico fortemente redutor, por isso fala-se que é um antioxidante. Quando se adiciona o iodo ( $I_2$ ) à solução do amido de milho, há o surgimento de uma coloração azul intensa no meio, caracterizando a formação de um complexo. Para que isso aconteça é necessário adicionar apenas uma gota. Porém, quando se mistura a solução de amido de milho ao suco de fruta, e se adiciona o iodo, isso não acontece de imediato. A vitamina C presente no alimento, devido a sua propriedade antioxidante, promove a redução do iodo a iodeto ( $I^-$ ), que é um ânion incolor quando em solução aquosa. Isso implica dizer que à medida que se adiciona o iodo na solução, o mesmo reagirá com todo o ácido ascórbico até a formação do complexo.

Dessa maneira, quanto mais ácido ascórbico a fruta contiver, será necessária uma maior quantidade de gotas da solução de iodo para a formação da coloração azul. A partir deste procedimento, é possível identificar a quantidade de vitamina C nas amostras.

A reação química que descreve este fenômeno está explícita na Equação XI:



Os discentes ficaram animados com o experimento, primordialmente, pelo fato de estarem realizando a prática. Utilizar esse tipo de abordagem de ensino, por investigação, possibilita ao discente a associação dos aspectos conceituais da disciplina de Química, e a construção e reconstrução de conceitos. Além disso, permite a interação entre professor e discente, sendo que o primeiro atua como mediador deste processo, pois utiliza a sua experiência para orientar e questionar seus estudantes (OLIVEIRA; OBARA, 2018).

A participação da turma nesta atividade foi de suma importância, pois além de despertar o trabalho em equipe, permitiu a construção de novas concepções da Química. O intuito da aplicação desta atividade experimental foi contextualizar o conteúdo de oxirredução, de tal maneira, que fomentasse a observação e a reflexão, a interação e o diálogo entre os estudantes, e que fosse possível aproximar a Química à realidade dos participantes.

Ao analisar a reação dos discentes neste encontro, vislumbrou-se a importância da contextualização e da experimentação neste processo de ensino e aprendizagem, pois essas estratégias foram capazes de despertar o interesse do alunado para a aula. Nesse sentido, vê-se a urgente necessidade em adaptar as práticas tradicionais de ensino, dentro de uma perspectiva que promova uma maior interatividade e compartilhamento de informações, proporcionando a estruturação dos conhecimentos e a desmistificação da Química.

### 5.2.3 Caça-Palavras: Reações de Oxirredução

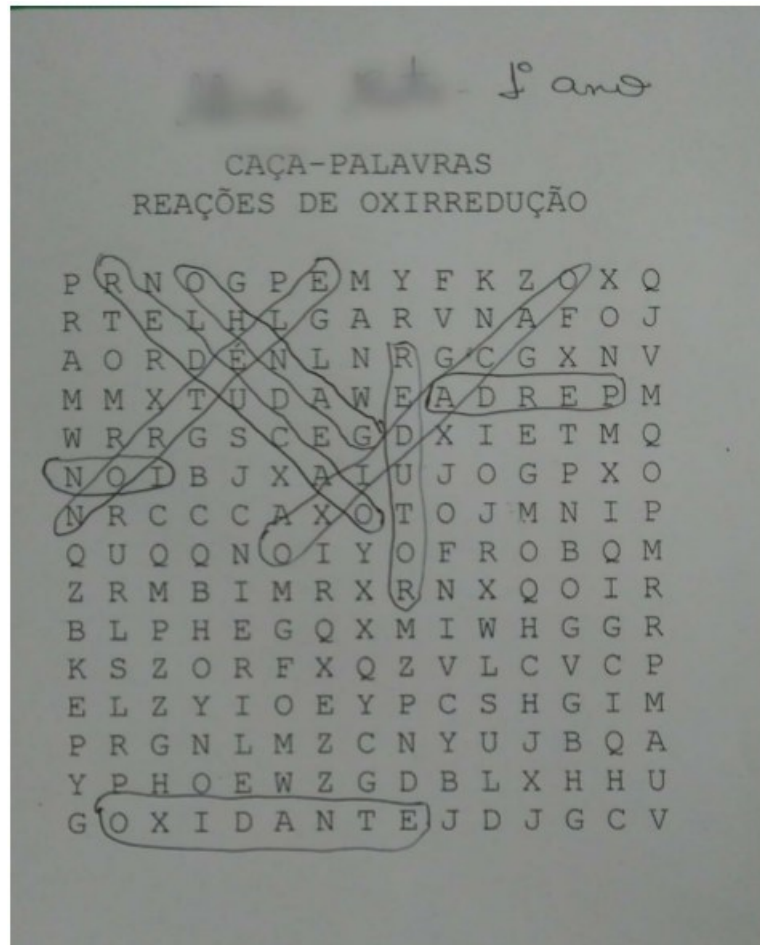
Ao término deste encontro, foi aplicado o jogo Caça-palavras: Reações de Oxirredução (Apêndice C) como uma forma de estimular as habilidades dos discentes, assim como, sondar a aprendizagem a partir dos conceitos abordados durante a aula de forma diferenciada (Figura 13). Essa estratégia possibilitou o debate e a interação entre os estudantes, uma vez que dialogavam entre si para resolução da atividade proposta. Como citado anteriormente, as palavras não foram informadas previamente. Os discentes identificaram as palavras a partir dos conhecimentos adquiridos nas discussões.



**Figura 13:** Discentes respondendo ao Caça-palavras. FONTE: Autoria Própria.

Entre as palavras abordadas, verificaram-se os seguintes resultados: 100% da turma encontrou os termos Redução, Oxidação, Oxidante e Redutor; 72% da turma encontrou a palavra Perda, porém, apenas 39% encontrou a palavra Ganho; a palavra Elétron foi encontrada por 67% dos estudantes. Nenhum dos participantes identificou o termo Nox entre as palavras. Não obstante, toda a turma encontrou a palavra Íon. Embora este termo não tivesse sido inserido pela pesquisadora no lúdico propositalmente, os discentes foram capazes de associar o termo ao conteúdo estudado.

Dentro de uma visão geral, os resultados superaram as expectativas, tendo em vista que os conceitos abordados neste conteúdo de reação de oxirredução apresentam complicada assimilação, sendo algumas vezes de difícil aprendizagem. A Figura 14 apresenta as respostas do Caça-palavras de um dos discentes.



**Figura 14:** Resultado do Caça-palavras de um discente. FONTE: Autoria Própria.

Este Caça-palavras foi uma novidade para os estudantes, pois alguns nunca haviam utilizado este tipo de jogo para diversão, tampouco como recurso didático, o que contribuiu de maneira motivacional no processo de aprendizagem. Os jogos didáticos, quando aplicados nas aulas de Química, proporcionam aos estudantes modos diferenciados para aprendizagem de conceitos, assim como colaboram no desenvolvimento de habilidades e na problematização de conteúdos, proporcionando o conhecimento amplo das representações utilizadas em Química (CUNHA, 2012).

Percebe-se que quando se faz uso de ferramentas didáticas diferenciadas, como as metodologias ativas, consegue-se atingir um maior dinamismo nas aulas, uma vez que se difere do método tradicional de ensino. Deste modo, a aplicação do Caça-palavras possibilitou uma auto avaliação de desempenho de maneira divertida, proporcionando um momento de interação e desenvolvimento cognitivo dos discentes. Além disso, permitiu a pesquisadora uma análise mais efetiva do processo de ensino.

### 5.3 ELETROQUÍMICA: PILHAS

No terceiro encontro, o objetivo foi introduzir o conteúdo Eletroquímica, a partir dos conceitos químicos abordados anteriormente, de forma a demonstrar o fenômeno que ocorre na pilha. A intenção foi apresentar a importância da pilha no nosso cotidiano, fazendo com que os discentes compreendam o seu funcionamento dentro do contexto químico. Para isso, ministrou-se uma aula dialogada participativa, contextualizada e experimental, com o auxílio de recurso midiático (slides) (Figura 15), TICs e da experimentação.



**Figura 15:** Iniciando o terceiro encontro com a turma. FONTE: Autoria Própria.

#### 5.3.1 Trabalhando o Conceito de Corrente Elétrica

A princípio, realizou-se uma retrospectiva das atividades realizadas no encontro anterior, revisando com a turma o assunto de reação de oxirredução, para firmar as definições de oxidação e redução, número de oxidação (nox), cátodo e anodo, entre outras. À medida que ocorria essa retrospectiva, os estudantes iam lembrando as discussões anteriores. Em seguida, os discentes foram indagados sobre o conceito de corrente elétrica para iniciar a discussão sobre a temática. Diante desta pergunta, Clara respondeu que seria: “*a eletricidade que corre do interruptor até a luz pelo fio*”. Paulo falou que para ter eletricidade tem que ter: “*o fio condutor, e o positivo e o negativo*”. Joaquim explicou da seguinte maneira: “*têm umas coisas separadas, (ai) quando liga o interruptor se (alinha) e (faz) com que ligue a luz*”.

Partindo destas narrativas, fora explicado o conceito de corrente elétrica como sendo um movimento ordenado de cargas que transitam por um condutor, como por exemplo, o fio, e que esse movimento pode realizar certo trabalho, como acender uma lâmpada, movimentar um motor, etc. (HALLIDAY; RESNICK, 2012). Esse questionamento inicial

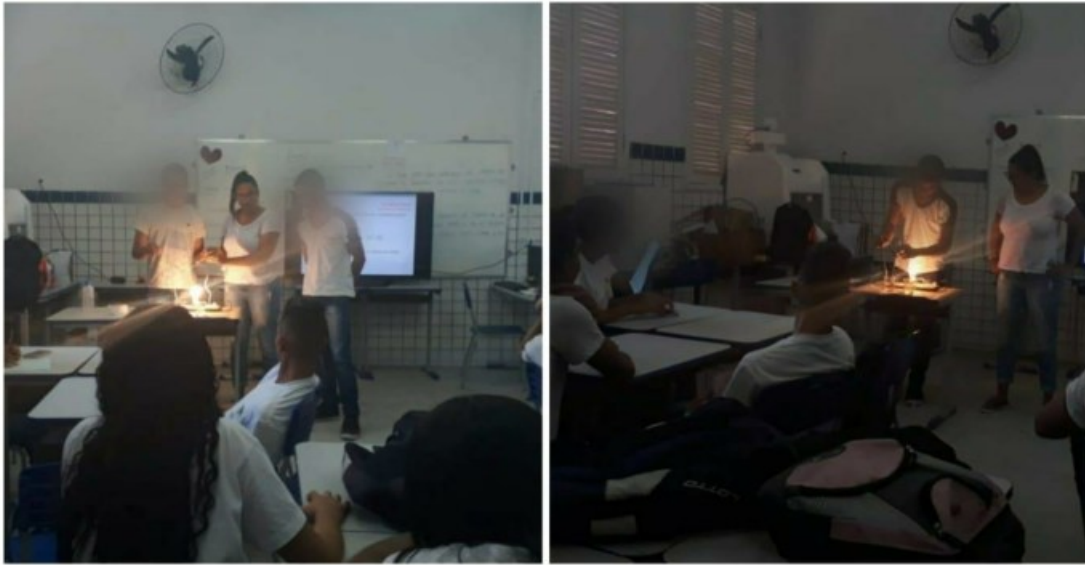


permitiu aos discentes uma reflexão inicial sobre o tema gerador, possibilitando a construção ou reafirmação de conceitos.

Embora os discentes não fossem capazes de definir precisamente a corrente elétrica, foi perceptível que a partir das suas vivências, lograram associar os conhecimentos empíricos aos conhecimentos científicos. Essa percepção faz com que os discentes aprendam mais significativamente. Quando se observa a fala de Clara, a “eletricidade que corre” provavelmente faz referência ao fluxo de elétrons que transitam pelo fio condutor; a fala de Joaquim faz referência ao circuito elétrico, que “é um caminho fechado que pode ser percorrido por uma corrente elétrica” (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 106). Partindo deste exemplo, explicou-se que ao ligar o interruptor o circuito elétrico é fechado, por isso é possível acender a lâmpada, devido à corrente elétrica percorrida no circuito. Ao desligar o interruptor, o circuito elétrico é aberto não havendo o fluxo de cargas. Por fim, Paulo ao citar o “positivo e o negativo” deve-se ao fato que é preciso a existência de polos com cargas opostas para que haja a transferência de elétrons e, por consequência, uma corrente elétrica.

Visando uma melhor compreensão do fenômeno da corrente elétrica, preparou-se o experimento da Condutividade Elétrica (Apêndice I), aplicado junto aos discentes com o intuito de ilustrar exemplos de substâncias capazes de produzir corrente elétrica, de uma forma mais prática, explorando os aspectos macroscópicos. Para a realização do experimento, utilizaram-se os seguintes materiais e reagentes: um circuito elétrico alternativo, uma solução de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ ), uma solução de sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(\text{aq})}$ ), uma moeda de bronze, que é uma liga metálica composta por cobre ( $\text{Cu}_{(\text{s})}$ ) e estanho ( $\text{Sn}_{(\text{s})}$ ), um parafuso zincado ( $\text{Zn}_{(\text{s})}$ ), um prego de ferro ( $\text{Fe}_{(\text{s})}$ ), e um pedaço de papel alumínio ( $\text{Al}_{(\text{s})}$ ). Com este experimento foi possível também discutir os conceitos de solução eletrolítica e não eletrolítica, e propriedades dos metais. Esta atividade foi realizada pelos discentes, orientados pela pesquisadora, para incentivar a participação e fomentar as discussões com a turma de forma mais ativa.

Inicialmente, realizou-se o experimento com as soluções de açúcar ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(\text{aq})}$ ) e sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ ), respectivamente. No primeiro caso, a lâmpada do circuito elétrico manteve-se apagada; no segundo caso, a lâmpada acendeu intensamente. A Figura 16 apresenta o momento em que os discentes realizaram a prática.



**Figura 16:** Aplicando a primeira parte do experimento da Condutividade Elétrica. FONTE: Autoria Própria.

Vale ressaltar que a turma não sabia qual das soluções continha a solução de sal de cozinha e/ou açúcar. Quando indagados sobre o porquê de a lâmpada não acender no primeiro caso, Joaquim falou que: *“não acendeu porque não tinha sal”*. Ainda acrescentou: *“Se a gente (tiver) no mar leva choque, porque a água conduz e o sal também”*. Neste momento, houve a intervenção da pesquisadora para juntamente com o Joaquim ajustar esse conceito. Explicou-se ao discente que a água não é condutora de eletricidade, pois apenas uma pequena fração das moléculas de água ioniza-se, de forma que a concentração da molécula neutra permanece praticamente inalterada (CHANG; GOLDSBY, 2013). Em contrapartida, o sal por ser um soluto ionizável em água, produz corrente elétrica (ATKINS; JONES, 2012). A água do mar é dotada de grande condutibilidade elétrica devido ao seu nível de salinidade. A partir do momento que o raio toca na água do mar, há uma descarga elétrica que faz com que as cargas se movimentem, gerando uma corrente elétrica e, por consequência, o choque elétrico (FOWLER, 2013).

Percebe-se que a visão de Joaquim imprime significado para o saber científico, ao partir das ideias do seu senso comum. Neste contexto, o docente deve partir destas experiências para possibilitar a construção do senso científico. Como afirma Santos (2007) *apud* Fragal *et al*:

contextualizar não significa simplesmente promover uma ligação artificial entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno, pensamento ainda adotado por muitos professores. Ao contrário, o que almejamos é uma contextualização, na qual situações

problemáticas reais são propostas, buscando-se o conhecimento científico necessário para o seu entendimento e solução (2011, p. 217).

Diante disto, os discentes concluíram que a primeira solução era a de açúcar e a segunda era a solução de sal de cozinha, discorrendo: “*A de açúcar não acendeu porque não é condutor, e o sal é condutor*”. Com isso, perguntou-se o motivo pelo qual o sal de cozinha em solução conduziu eletricidade, e Júlia respondeu que: “*o sal de cozinha é uma ligação iônica, que doa elétrons*”. Nota-se que a discente conseguiu relembrar o encontro anterior, em que houve a revisão dos tipos de ligação química, entre outros conteúdos. Consequentemente, explicou-se para a turma que a solução de açúcar não conduziu eletricidade por ser uma ligação molecular.

Neste contexto, explicou-se para a turma que a solução de cloreto de sódio é um tipo de solução eletrolítica, em que um eletrólito é “uma substância que, quando dissolvida em água, produz uma solução capaz de conduzir a eletricidade. Como afirmam Chang e Goldsby (2013, p. 119) um não eletrólito não conduz eletricidade quando dissolvido em água”, como é o exemplo da solução de açúcar. Com este experimento, foi possível diferenciar estes dois tipos de soluções. Para que a lâmpada acenda, a corrente elétrica gerada deve passar de um eletrodo para o outro, completando o circuito. Quando o NaCl é dissolvido em água, ele se divide em íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Os cátions (Na<sup>+</sup>) são atraídos para o eletrodo negativo, e os ânions (Cl<sup>-</sup>) para o eletrodo positivo. Este movimento iônico equivale ao fluxo de elétrons ao longo do fio condutor (CHANG; GOLDSBY, 2013). Por este motivo, o NaCl é um eletrólito, pois conduz eletricidade. O C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> é um não eletrólito, pois não conduz eletricidade.

Por conseguinte, realizou-se o experimento (Figura 17) com os diferentes tipos de metais: a moeda de bronze, o parafuso zincado, o prego de ferro e o papel alumínio. Antes da aplicação da prática, revisaram-se as propriedades gerais dos metais, que foram discutidas no encontro anterior. Como afirmam Atkins e Jones (2012, p. 20) “um metal conduz eletricidade, tem brilho, é maleável e dúctil”. “Os metais são caracterizados por uma elevada condutividade” (CHANG; GOLDSBY, 2013, p. 941). Portanto, para corroborar se os metais são condutores, aplicou-se o experimento com a turma. A princípio, perguntou-se aos discentes qual/quais materiais produziriam corrente elétrica de modo a acender a lâmpada. Paulo e Joaquim afirmaram que apenas o prego e o parafuso acenderiam a lâmpada.



**Figura 17:** Aplicando a segunda parte do experimento da Condutividade Elétrica. FONTE: Autoria Própria.

Ao finalizar a prática, foi possível verificar que todos os materiais produziram uma corrente elétrica, pois no experimento a lâmpada acendeu. Para os discentes que se questionavam, por exemplo, se a moeda de bronze e o papel alumínio eram condutores, pôde-se comprovar que sim, uma vez que há a existência de um metal nesses materiais. A condutividade elétrica dos metais pode ser explicada pela teoria das bandas que é uma expansão da teoria dos orbitais moleculares. Devido à quase inexistente diferença de energia entre as bandas de condução e valência em um metal, os elétrons saltam da banda de valência para a banda de condução, podendo deslocar-se livremente, pois esta banda não está ocupada por elétrons. Este movimento explica o fato de serem capazes de conduzir corrente elétrica (CHANG; GOLDSBY, 2013). Vale ressaltar que não foi discutida enfaticamente a teoria das bandas com os discentes, pois não é indicada para esse nível de ensino. Explicou-se apenas que os metais possuem essa característica devido à disposição dos elétrons.

Observou-se que os estudantes se mostraram bastante interessados e motivados a participarem da prática e, sobretudo, se mostraram ativos e participativos durante o diálogo, o que é fundamental para o processo de construção de saberes. A aplicação desta atividade experimental buscou explorar a contextualização de tal forma a apresentar significância no cotidiano da turma. Notadamente, sabe-se que a contextualização da Química deve ir além da prática e da exemplificação, a partir do conhecimento correlacionado com o cotidiano dos indivíduos partícipes do processo de ensinoaprendizagem. Além disso, a experimentação como recurso didático auxilia “no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas

de vida na sociedade e no ambiente” (BRASIL, 2006, p. 123).

Destarte, a participação dos discentes na atividade fortaleceu esta proposta de ensino, no sentido que gerou um diálogo motivacional, em que os próprios discentes buscavam significância às informações adquiridas, por meio das suas experiências prévias e, ainda, promoveu uma maior interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

### 5.3.2 Introduzindo o Conceito de Pilhas

Dando continuidade, explicou-se aos discentes que a eletricidade é um fenômeno resultante do fluxo de cargas, ou seja, da corrente elétrica. Partindo deste contexto, foram elucidadas as formas de produção de Energia Elétrica. O primeiro exemplo foi a conversão da energia mecânica em energia elétrica, como acontece nas hidrelétricas; o segundo exemplo foi a conversão da energia luminosa em energia elétrica, a partir das células solares; o terceiro exemplo, e foco desta pesquisa, foi a conversão da energia química em energia elétrica (FOWLER, 2013).

Com isso, os discentes foram indagados sobre o que viria a ser uma pilha, e segundo o entendimento de Clara: *“A pilha é o que dá energia ao rádio. E na pilha tem um cátion, (né)?”*. Como a corrente elétrica é um fluxo de cargas, gerado por eletrodos de cargas opostas a partir da transferência de elétrons, explicou-se que na pilha existe um cátodo e um anodo, que analogamente aos íons cátions e ânions em uma ligação química, um doa elétrons e um recebe elétrons. Diante da explicação, Ana fez a seguinte observação: *“Ah! É por isso que na pilha tem um lado positivo e outro negativo”*. Quando questionados sobre como a pilha fornecia essa energia ao rádio, os estudantes não souberam responder.

Neste contexto, fora explicado que a pilha é um dispositivo que converte energia química em energia elétrica, através de uma reação química espontânea. Do mesmo modo, a conversão de energia elétrica em energia química, em um processo não espontâneo, dar-se o nome de eletrólise. Segundo Chang e Goldsby (2013, p. 815), “os processos eletroquímicos envolvem reações redox nas quais a energia liberada por uma reação espontânea é convertida em eletricidade ou nas quais a eletricidade é usada para forçar a ocorrência de uma reação química não espontânea”.

Objetivando apresentar um relance histórico da pilha, lhes foi apresentado o vídeo “A História da Pilha” (Figura 18), no qual relatava os primeiros experimentos que deram origem ao dispositivo e ao termo pilha, e os diferentes tipos de pilha existentes atualmente, como por

exemplo, as pilhas secas, as pilhas de mercúrio, as pilhas de níquel-cádmio. Esse vídeo despertou nos discentes a curiosidade e a vontade em dialogar sobre o tema, compartilhando ainda mais de suas experiências. Quintino e Ribeiro (2010) afirmam que o uso de vídeos e filmes, apresenta um elevado potencial para a associação do conteúdo ministrado em sala de aula com a realidade do estudante, permitindo grandes explanações em várias áreas do conhecimento, como questões históricas e econômicas, mostrando-se inteiramente interdisciplinar.



**Figura 18:** Assistindo ao vídeo “A História da Pilha”. FONTE: Autoria Própria.

De maneira interativa, os discentes iam comentando os acontecimentos descritos no vídeo a partir das suas observações. O vídeo segue uma ordem cronológica, apresentando desde os experimentos dos cientistas Galvani e Volta, o modelo da pilha de Daniell, até a atual pilha de Leclanché. A partir dos experimentos de Volta, concluiu-se que uma pilha nada mais é, que uma célula composta por dois eletrodos metálicos, e uma solução eletrolítica (ATKINS; PAULA, 2014).

Percebe-se que Pedro ficou entusiasmado com a história da pilha ao expressar o seguinte sentimento: “*O povo antigamente era muito inteligente. Os caras naquela época inventaram a pilha!*”. Diante desta narrativa, nota-se a importância de inserir os discentes no contexto histórico da temática explorada, como uma estratégia de ressignificar a ciência. Além disso, vale ressaltar que o uso de ferramentas didáticas e pedagógicas, como as TICs, evidenciam instrumentos e materiais didáticos de apoio inovadores. Utilizando as TICs, o docente está incluindo os discentes na era digital, desenvolvendo aulas motivadoras e mais dinâmicas (MESQUITA; SOARES, 2014).

Dando prosseguimento, apresentou-se o segundo vídeo: “Fabricação de Pilhas”. Este vídeo demonstrava os constituintes de uma pilha alcalina, assim como a sua produção.

Com base nos dois vídeos, perguntou-se a turma qual seria a principal diferença entre uma pilha comum e uma pilha alcalina, e Joaquim falou que: “*A pilha comum é seca e a alcalina tem uma solução*”. Basicamente, a diferença está no eletrólito. Na comum, tem-se na composição o cloreto de amônio e cloreto de zinco em pasta; no caso da alcalina o eletrólito é uma solução aquosa de hidróxido de potássio, que possui uma maior condutividade elétrica, sendo este o motivo pelo qual apresenta uma maior durabilidade em comparação com a comum, o que diferem os dois tipos mais comuns de pilha.

Vale ressaltar que, durante este processo de aprendizagem buscou-se salientar o papel significativo da Química, bem como, elucidar algumas de suas consequências geradas para o meio ambiente, dentro de uma perspectiva que contribuísse também para a formação crítica e social dos estudantes. Durante a discussão sobre a composição das pilhas, por exemplo, se discutiu sobre os metais pesados, principalmente mercúrio, cádmio e chumbo. Nesse contexto, foi explicado que quando descartadas indevidamente, as pilhas e baterias liberam substâncias tóxicas, como os metais pesados, e geram impactos ambientais significativos, além de serem bastante nocivos à saúde humana, de modo que pode haver consequências gravíssimas dependendo do nível de contaminação. O mercúrio é um metal que deteriora o sistema nervoso. O cádmio causa alguns tipos de câncer. E o chumbo, além de causar câncer, ataca o sistema nervoso (ALVES, 2014). Diante disso, enfatizou-se a necessidade de realizar um descarte adequado de baterias e pilhas, e que esses materiais não devem ser descartados no lixo comum, pois provavelmente contaminará os solos e possíveis corpos d’água.

Sob esse viés, os PCN+ afirmam que é de suma importância:

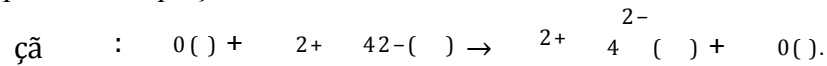
Compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos (BRASIL, 2002, p. 93).

Retornando ao contexto químico da pilha, para uma melhor compreensão do funcionamento deste dispositivo, apresentaram-se aos discentes os dois tipos de células eletroquímicas, conforme dispostos na seção 3.2.1. A partir destes esquemas, discutiram-se os processos eletroquímicos envolvidos na pilha, bem como a denominação e as funções de cada componente, como por exemplo, eletrodos (anodo e cátodo), eletrólito e ponte salina.

Para facilitar o entendimento do processo redox em uma célula eletroquímica, apresentou-se de modo ilustrativo o experimento da reação do zinco com o íon cobre, utilizando o recurso midiático (Figura 19). Nessa reação, a lâmina de zinco ( $Zn_{(s)}$ ) está imersa na solução



aquosa de sulfato de cobre (II) ( $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$ ). No esquema, observa-se que o resultado final é o cobreamento da lâmina de zinco, caracterizado pela cor marrom-avermelhado do cobre metálico. Isso porque aconteceu um processo eletroquímico, em que uma espécie reduziu e a outra oxidou, havendo, portanto, um deslocamento dos íons. A reação que descreve esse fenômeno está explícita na Equação XII:



Apresentando esta reação, perguntou-se à turma qual a espécie sofreu redução e qual a espécie sofreu oxidação. Os discentes responderam que o zinco sofreu oxidação, pois o nox do elemento havia aumentado, ficando mais positivo, ou seja, passou de zero ( $\text{Zn}^0$ ) para o estado de oxidação +2 ( $\text{Zn}^{2+}$ ). Em contrapartida, o cobre sofreu redução, pois o nox diminuiu, passou de +2 ( $\text{Cu}^{2+}$ ) para o estado de oxidação zero ( $\text{Cu}^0$ ). Essa interpretação é de suma importância, pois revela que os discentes foram capazes de identificar o fenômeno redox na reação ao identificar a mudança do número de oxidação, partindo das discussões das aulas anteriores. Não obstante, outra evidência do acontecimento da reação é a mudança de coloração da solução, que perde sua cor azul intensa, e a formação do cobre metálico. Nesse sentido, explicou-se aos discentes que os íons cobre da solução são reduzidos a cobre metálico, que substitui o zinco na lâmina, enquanto que o zinco metálico se dissolve na solução, formando íons zinco na forma oxidada. Os íons zinco tomaram o lugar dos íons cobre, de maneira que uma solução de sulfato de zinco é formada (BRADY; SENESE, 2014). A Figura 19 ilustra o experimento com o momento do diálogo:



**Figura 19:** Dialogando sobre o experimento da reação do zinco com íon cobre. FONTE: Autoria Própria.

Por conseguinte, apresentou-se o modelo da pilha de Daniell. Este sistema é de grande importância para o entendimento do funcionamento da pilha. Diferente do exemplo anterior,



explicou-se a turma que existem duas soluções eletrolíticas, dispostas em compartimentos diferentes, e conectadas por uma ponte salina. Na pilha Zn/Cu o eletrodo de zinco está mergulhado na solução de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$ ) e o eletrodo de cobre está mergulhado na solução de sulfato de cobre (II) ( $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$ ) (BRADY; SENESE, 2014). Explicou-se ainda que neste processo, a oxidação Zn a  $\text{Zn}^{2+}$  e a redução  $\text{Cu}^{2+}$  a Cu ocorrem simultaneamente em locais separados, e a transferência de elétrons acontece por meio de um fio condutor. O eletrodo onde ocorre a oxidação é chamado de anodo e o eletrodo onde ocorre a redução é o cátodo, e a corrente elétrica parte do anodo para o cátodo, e que isso se deve a diferença de potencial entre os eletrodos (CHANG; GOLDSBY, 2013).

Em todo momento, a pesquisadora buscou manter um diálogo aberto para que os estudantes expressassem suas dúvidas e seus conhecimentos prévios. Durante as explicações, foi observado pela pesquisadora que alguns discentes se mostraram cansados e um tanto confusos. Esses discentes alegaram que não estavam compreendendo efetivamente o processo. Essa postura é compreensível, uma vez que são termos novos, com certo grau de complexidade para os estudantes. Como afirmam Barreto, Batista e Cruz (2017):

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, **não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução** (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), **uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica [grifo nosso]** (2017, p. 52).

Dessa forma, para possibilitar uma melhor compreensão do fenômeno eletroquímico das pilhas, dentro de uma perspectiva que superasse esta abstração e minimizasse esse grau de dispersão, construíram-se juntamente aos estudantes pilhas naturais. Vale salientar que, o intuito foi realizar uma simples demonstração da transformação de energia química em energia elétrica.

### 5.3.3 Construindo Pilhas Naturais

Para o desenvolvimento deste experimento, dividiu-se a turma em três grupos. Conforme roteiro experimental (Apêndice J), adaptado de Lima (2016), os discentes produziram três tipos de pilhas naturais: Pilha de limão, de laranja e de batata inglesa. Cada grupo ficou responsável por construir um tipo de pilha. Para tal, foram disponibilizados para os grupos os seguintes materiais: limões, laranjas e batatas como meio eletrolítico, eletrodos de parafuso zincado e ruela de zinco (anodos da pilha), moedas de cobre de cinco centavos

(cátodos da pilha), fio elétrico, bico de jacaré e faca. A diferença de potencial (ddp) das pilhas foi verificada com o auxílio de um multímetro. Cada grupo recebeu um multímetro. Esses materiais foram adquiridos pela pesquisadora, com exceção dos multímetros que foram cedidos pelo laboratório de Química do IFPB para esta aplicação. No entanto, trata-se de um equipamento relativamente barato, com valor médio de R\$20,00, podendo ser facilmente adquirido em lojas de eletroeletrônicos. Esse experimento pode ser facilmente executado pelos discentes em suas residências, sem oferecer qualquer risco.

O procedimento consistiu em ligar duas pilhas ou mais em série, e a ddp do sistema foi testada ligando o conjunto de pilhas a uma lâmpada led e a uma mini calculadora, respectivamente. A calculadora funciona com uma voltagem de 1,5 volts (V). A Figura 20 apresenta os discentes se preparando para a prática.



**Figura 20:** Grupos se preparando para a atividade experimental. FONTE: Autoria Própria.

A escolha por produzir pilhas naturais deve-se a facilidade na aquisição destes produtos, como também por não oferecer riscos aos discentes. Ademais, é possível encontrar soluções eletrolíticas contidas nos sumos de frutas cítricas, como por exemplo, no limão e na laranja, assim como na batata, possibilitando reproduzir o processo eletroquímico da pilha. Outras substâncias podem ser utilizadas, como afirmou Joaquim, que já havia visto uma pilha natural produzida com melancia e outra com tomate. Segundo Silva *et al* (2016, p. 239) “a tensão e a corrente produzida pelas pilhas naturais individuais e em série montadas são suficientes para acionar equipamentos eletrônicos com baixa demanda de potência como leds, calculadoras, relógios analógicos e digitais”.

Este experimento facilitou a compreensão dos discentes, de maneira macroscópica, no sentido de como funciona uma pilha, o que é a ddp da pilha, qual a unidade medida na ddp,

como utilizar um multímetro ou voltímetro, qual a função da solução eletrolítica no dispositivo, como acontece a transferência de elétrons entre os eletrodos, o que seria um circuito elétrico, entre outros aspectos já discutidos aqui.

É importante ressaltar que essa prática experimental foi realizada dentro de uma abordagem qualitativa, limitando-se apenas a construção e verificação da produção de eletricidade. Não se trabalhou, por exemplo, as equações das semi-reações das células de modo quantitativo e, tampouco, os potenciais de redução dos elementos, não sendo realizado nenhum tipo de cálculo. Tão-somente destacou-se o fato de que alguns elementos possuem maior potencial de redução que outros.

Inicialmente, a pesquisadora demonstrou um exemplo de pilha, com base no modelo de Volta. Como dito anteriormente, Volta utilizou diferentes discos de metais (Cu/Sn ou Zn/Ag) empilhados e conectados com pedaços de papel umedecidos em solução salina (SILVA, *et al*, 2016). Para reproduzir esta pilha, utilizaram-se ruelas de zinco e moedas de cobre como sendo os eletrodos empilhados, e um papel umedecido com vinagre (ácido acético) separando os metais. Antes de montar a pilha, perguntou-se aos discentes se era possível produzir uma pilha apenas com a ruela e a moeda de cobre. Ana respondeu que não, pois: *“estava faltando o fio condutor e a solução pra ter a corrente”*. José falou que viu no vídeo que: *“Volta fez uma coluna que tinha colocado zinco e cobre um em cima do outro e botou papel molhado no ácido”*.

Após a montagem, com o auxílio do multímetro, realizou-se a medição da ddp na pilha com cada grupo, gerando uma voltagem (tensão) de 1,01V (Figura 21). Nesse momento, explicou-se a cada grupo que a ocorrência do fluxo de elétrons, resultando na corrente elétrica, deve-se a uma diferença de potencial (ddp) entre os dois eletrodos, anodo e cátodo. E que experimentalmente pode ser medida por um voltímetro, que fornece a medida em volts (V), ou como utilizado nesta prática por meio de um multímetro. Com isso, questionou-se a turma se com essa tensão seria possível ligar um controle remoto, e João respondeu: *“não porque no controle precisa de duas pilhas de 1,5V, e essa tensão não é suficiente”*.



**Figura 21:** Apresentando o modelo da pilha de Volta. FONTE: Autoria Própria.

Em seguida, pediu-se para os discentes construírem suas pilhas com base no que havia sido discutido anteriormente. Sabendo que uma pilha é um sistema cujo dois eletrodos estão imersos em uma solução eletrolítica, os discentes deveriam reproduzir este modelo com os materiais fornecidos. A princípio, os discentes mostraram-se inseguros, pois alegaram não saber fazer exatamente as conexões e montar o circuito. Júlia falou que não sabia fazer, e que precisava do papel molhado. Larissa, sua companheira de grupo, explicou da seguinte maneira: *“a gente vai colocar o parafuso e a moeda no limão. Não precisa do papel porque tem a fruta”*.

O primeiro procedimento consistia em medir a ddp da pilha. Os estudantes fizeram a montagem em grupo sem a influência da pesquisadora, entretanto, não estavam fazendo corretamente as conexões com os fios e o multímetro, não obtendo leitura da ddp no multímetro. Existia ainda uma confusão sobre o lado negativo e o lado positivo da pilha. Portanto, foi necessária uma intervenção da pesquisadora visando auxiliar a montagem do dispositivo. À medida que os discentes produziam as pilhas, ficava mais evidenciado o entendimento do processo. A Figura 22 apresenta o momento de interação dos discentes na construção das pilhas.



**Figura 22:** Discentes construindo as pilhas naturais. FONTE: Autoria Própria.

Pedro falou que para o seu trabalho sobre Energia, o mesmo precisaria construir uma pilha de lata de alumínio com fio de cobre, e uma solução de cloreto de sódio. Com a ajuda da pesquisadora, o Pedro montou sua pilha: o alumínio seria o anodo, o fio de cobre seria o cátodo, e a solução de cloreto de sódio o meio eletrolítico. Testada a tensão, a pilha produziu uma voltagem de 0,5V, sendo muito baixa. Nesse contexto, explicou-se que o ideal seria produzir mais pilhas para obter uma maior tensão: quanto mais pilhas, maior a corrente elétrica.

Para acender a lâmpada de led, os discentes testaram primeiramente com uma única célula, porém não obteve resultado, e Júlia disse que: “*não foi energia suficiente*”. Portanto, foi necessário construir outra pilha e o resultado final foi positivo, pois produziu a ddp necessária para gerar a eletricidade, acendendo o led. Ana e Júlia mostraram-se admiradas com o fenômeno observado e com a simplicidade do dispositivo. Observou-se que elas se dispuseram a ajudar os companheiros que se mostravam em dúvida sobre o procedimento. Esse entusiasmo traduz a relevância deste estudo e enaltece a significância da experimentação no ensino de Química. Dessa maneira, o experimento ganhou significado para as discentes, que perceberam uma aplicação real para algo que, por ora, parecia tão abstrato. Na visão de Silva *et al.*:

É nessa perspectiva, de um ensino de química para a vida, que acreditamos que quando a experimentação é desenvolvida ponderando fatores da contextualização,

favorecendo a inter-relação entre diferentes conhecimentos para a construção de significados novos, o resultado pode ser mais efetivo. No entanto, ter clara qual concepção de contextualização que estamos adotando é fundamental para que novas metodologias de ensino possam ser desenvolvidas com foco na formação para o exercício da cidadania” (2009, p. 282).

Na continuação, cada grupo conectou as pilhas em série na tentativa de produzir eletricidade suficiente para ligar a mini calculadora. Para ligar o aparelho, necessita-se no mínimo uma voltagem ou ddp de 1,5V. As três pilhas produziram uma voltagem aproximadamente de 2V: a de laranja produziu 1,98V, as de limão e batata 1,91V cada, sendo uma tensão suficiente para funcionar o dispositivo eletrônico (Figura 23). Cada grupo conseguiu ligar a mini calculadora com suas pilhas. É sabido que, segundo dados experimentais, uma pilha Zn/Cu possui uma ddp de 1,1V. Contudo, cabe frisar que os eletrodos de zinco e cobre utilizados neste experimento são ligas metálicas, o que resulta em valores da ddp diferentes no tocante aos eletrodos puros.



**Figura 23:** Ligando a pilha de batata na mini calculadora. FONTE: Autoria Própria.

Percebeu-se o entusiasmo da turma na realização do experimento, pois todos buscaram participar ativamente da atividade. A pesquisadora observou que o recurso despertou o interesse e a curiosidade dos discentes, promovendo uma maior interação entre os grupos. Dessa maneira, após o despertar dessa curiosidade, o discente aproxima-se mais rigorosamente



do objeto de estudo, transformando a curiosidade epistemológica. Conforme Francisco Jr., Ferreira e Hartwig:

só é possível explicar um fenômeno a partir do momento em que este seja pessoalmente significativo, a partir do momento em que a curiosidade seja despertada nos estudantes. Esse é o papel motivador da experimentação que tem, em uma das suas funções como recurso didático, mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo (2008, p. 40).

Notou-se também que, de uma maneira colaborativa, os estudantes iam compartilhando os conhecimentos adquiridos a partir do diálogo, fazendo observações e analogias com aplicações do dia a dia. De acordo com Silva e Navarro (2012, p. 99) “o professor deve proporcionar condições e meios para os alunos se tornarem sujeitos ativos no processo de apropriação do saber sistematizado, para isso deve-se propiciar situações que favoreçam o diálogo entre aluno/aluno”.

No ensino de Química, é importante que os temas escolhidos para ações de ensino permitam a ampliação do conhecimento, a partir de um diálogo que capacite o alunado a compreender os conceitos da Química, quando trabalhados de forma experimentada. Nesse sentido, o discente precisa reconhecer a relevância da temática em seu contexto social, pois desta maneira, poderá dar uma significação ao seu aprendizado.

#### *5.3.4 Cruzadinha – Eletroquímica*

Para finalizar este encontro, aplicou-se o lúdico, Cruzadinha - Eletroquímica (Apêndice D), em que continham 15 perguntas sobre a temática e os conteúdos abordados durante as aulas, com o objetivo de sondar e avaliar a aprendizagem qualitativamente. Esse recurso permitiu aplicar os conceitos trabalhados neste estudo, de uma maneira interativa e divertida, todavia, sem fugir do propósito didático. Os discentes responderam às perguntas do jogo em grupo, para incentivar o diálogo entre os participantes (Figura 24). Como os discentes haviam estudado pela primeira vez os conteúdos, no início sentiram um pouco de dificuldade para respondê-las, para tanto, houve um aprofundamento teórico através de um resumo sobre o estudo da Eletroquímica (Apêndice K) para auxiliar na resolução da Cruzadinha.



**Figura 24:** Discentes respondendo a Cruzadinha. FONTE: Aatoria Própria.

Mais uma vez, a maior parte dos discentes não havia utilizado este tipo de jogo. Porém, constatou-se um grande interesse da turma em responder ao lúdico, o que demonstra que a estratégia foi assertiva para essa proposta de ensino. A utilização da Cruzadinha é um instrumento motivador e facilitador do processo de ensinoaprendizagem. Segundo Benedetti Filho *et al* (2009), o preenchimento das palavras cruzadas obriga ao estudante tomar várias ações, realizar pesquisas em materiais didáticos sobre o conteúdo, (re)interpretar conceitos e definições e relacionar as palavras com lacunas ou palavras existentes, desenvolvendo assim suas habilidades. E ainda, “a atividade lúdica proposta pode auxiliar o professor na identificação de dificuldades enfrentadas pelos alunos, principalmente quanto aos problemas de interpretação de conceitos e definições” (BENEDETTI FILHO *et al*, 2009, p. 89).

Quanto aos resultados da Cruzadinha, a Tabela 2 apresenta a porcentagem de acertos e erros por palavra:

**Tabela 2:** Resultados da Cruzadinha.

Palavra abordada	Acertos	Erros	Branco
Oxidação	100%	-	-
Nox	67%	33%	-
Oxirredução	100%	-	-



Pilha elétrica	100%	-	-
Zinco	89%	-	11%
Ponte salina	89%	-	11%
Eletrólise	100%	-	-
Eletrodo	89%	-	11%
Bateria	100%	-	-
Cátodo	89%	-	11%
Anodo	-	89%	11%
Redução	-	89%	11%
Cobre	89%	11%	-
Volts	-	-	100%
Eletroquímica	100%	-	-

FONTE: Autoria Própria.

Analisando as respostas, percebeu-se que os discentes confundiram as palavras Nox, Anodo e Redução, com os termos Íon, Perda e Redutor, respectivamente. E para a palavra Volts não houve acertos. No entanto, são conceitos que podem sim, confundir o estudante, mas que possuem uma relação direta, pois a carga elétrica em um íon denomina-se nox, no anodo acontece a perda de elétrons, e o agente redutor é a espécie que promove a redução da outra espécie. A Figura 25 apresenta os resultados de um dos participantes.

## Cruzadinha

Eletroquímica

### Horizontal

2. Carga elétrica de um íon.
6. Solução de um sal que conecta duas ou mais semi-células de uma pilha.
7. Fenômeno em que ocorre a conversão de Energia Elétrica em Energia Química.
10. Eletrodo no qual acontece a redução.
12. Fenômeno no qual o elemento ganha elétrons.
14. Unidade em que se mede a diferença de potencial (DDP) de uma pilha.
15. O ramo da Química que estuda o fenômeno de transformação da Energia Química em Energia Elétrica.

### Vertical

1. Fenômeno no qual o elemento perde elétrons.
3. As reações que envolve a transferência de elétrons.
4. Célula galvânica que converte Energia Química em Energia Elétrica.
5. Elemento químico que perde elétrons na pilha de Daniell.
8. Superfície sólida que permite a troca de elétrons em uma pilha.
9. Conexão de várias pilhas.
11. Eletrodo no qual acontece a oxidação.
13. Elemento químico que ganha elétrons na pilha de Daniell.

**Figura 25:** Respostas da Cruzadinha de um dos discentes. FONTE: Autoria Própria.

De um modo geral, observou-se a aceitação dos discentes com o jogo, mediante a participação na aplicação. O discente precisa demonstrar interesse naquilo que se é proposto no processo educativo, pois só assim, haverá a construção de conhecimentos.

Após todo o processo, alguns discentes relataram as suas experiências durante a aplicação destas atividades em forma de texto. Alguns relatos estão descritos:

*“A importância das aulas dada por Maisa (foi) de grande porte para (nois) alunos do ECI, aprendemos muito, principalmente por (está) estudando o assunto passado por ela. Aprendemos sobre oxirredução, etc., através das brincadeiras trazidas por ela foram muito boas, aprender brincando é essencial. Obg Maisa” (Larissa, 2018).*

*“As aulas que Maisa deu pra nós, foram bem explicadas. As práticas (foi) bem elaboradas, no começo estava chato, (mais) quando ela interagiu (com nós). Podemos agora ter a noção como uma pilha foi inventada, e (qual) as dificuldades eles tiveram, como os inventores tiveram uma boa ideia. Obrigado tia Maisa. Volte” (Pedro, 2018).*

*“As aulas (foi) muito (legal), pois amei a professora, ela ensina muito bem! E tira todas as dúvidas dos alunos. As aulas práticas no meu caso eu amei!!! Pois aprendi muito com essas aulas, e pretendo levar pra vida. Amei a professora. Que a senhora venha mais!”* (Clara, 2018).

*“Sobre as aulas que tive gostei muito como saber o que é feito sobre os objetos que foram relacionados nos experimentos. (...) gostei muito da presença da professora na escola, pois achei muito interessante os experimentos que ela trouxe ajudou a reconhecer que vale a pena estudar química não só nos experimentos (mais) sim no nosso cotidiano!”* (Paulo, 2018).

A partir destes depoimentos, compreende-se a importância de propor estratégias que aproximem o alunado à Ciência, especificamente da Química, que permitam reconhecer a significância do seu estudo na formação escolar. Para que essa disciplina apresente relevância, é necessário realizar uma boa escolha e seleção de contextos e conteúdos, considerando sempre os recursos que venham facilitar a compreensão daqueles. Portanto, é preciso uma organização no planejamento das atividades, que possibilite explorar as vivências do alunado de maneira significativa, mediante a complexidade e abstração, muitas vezes, observada nos construtos químicos, por exemplo. O docente precisa ter empatia com os discentes, sendo um fator de fundamental importância, pois o mesmo será responsável por construir, conjuntamente com estes, caminhos para uma aprendizagem dos pensamentos científicos.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta sequência didática buscou permitir aos discentes momentos de interação, diálogo, reflexão, auto avaliação de desempenho e um enaltecido desenvolvimento cognitivo. Dentro desta perspectiva, essa pesquisa alcançou os objetivos propostos no seu planejamento. Os recursos didáticos utilizados neste estudo estimularam o interesse dos alunos pela Química e possibilitaram a aprendizagem sobre pilhas. Por meio dos relatos dos discentes, percebeu-se que a proposta foi bem aceita pelos participantes.

Com os dados obtidos, observou-se que os estudantes não temem a disciplina de Química, no entanto, o docente precisa pensar em quais os recursos são facilitadores no incentivo ao ensino dessa Ciência, para não transformar a aula em exaustiva e desconexa com a realidade. Nesse sentido, o docente precisa conhecer e reconhecer o ambiente escolar e transformá-lo em um espaço dinâmico, para que ocorra uma maior interatividade e compartilhamento de informações entre os discentes, findando na estruturação dos conhecimentos.

Nesta conjuntura, na visão da pesquisadora, esse foi o grande desafio nesta práxis: manter os discentes participativos ao longo do processo, pois em certos momentos a turma mostrou-se desmotivada, sobretudo, no tocante a aula tradicional. É bastante perceptível a postura dos estudantes em relação a este tipo obsoleto de aula. No entanto, é válido ressaltar que as aulas tradicionais são importantes, todavia, o uso exclusivamente delas não deve ser feito, para isso, deve-se utilizar recursos didáticos para auxiliá-las. Logo, com esse estudo, fica evidente que as práticas tradicionais de ensino devem ser adaptadas, sendo de extrema importância a utilização de estratégias inovadoras para fomentar a participação e incentivar o diálogo, de modo a vencer essas barreiras educativas.

Em concernência ao conteúdo escolhido, notadamente apresenta um grau de complexidade, sendo também desafiador para a pesquisadora a apropriação de conhecimentos e adaptação da linguagem aos conceitos químicos explorados. Para facilitar a compreensão do conteúdo, foi importante desenvolver um planejamento didático que promovesse um ensino contextualizado, de tal maneira que os discentes lograssem reconhecer os fenômenos químicos em seu cotidiano. Nesse sentido, confirmou-se mais uma vez a relevância na utilização de uma metodologia diversificada, com uso de recursos didáticos, tais como a experimentação, o lúdico e as TICs. Essas estratégias auxiliaram as discussões orientadas, explorando a contextualização, experimentação, interdisciplinaridade, desmistificando a Química como sendo uma disciplina abstrata e de difícil assimilação, corroborando para uma aprendizagem mais significativa.

Entre os recursos utilizados, indubitavelmente, a experimentação foi a metodologia que mais despertou o interesse dos discentes, motivando-os a participarem da práxis. Esse instrumento mostrou-se indispensável no entendimento do conteúdo abordado, pois permitiu que os estudantes visualizassem na prática os conceitos químicos explorados na teoria. Embora os experimentos escolhidos apresentassem certa simplicidade, estes cumpriram com os objetivos propostos ao demonstrar de forma efetiva os processos eletroquímicos, quando possibilitou a aprendizagem sobre pilhas.

Comprovou-se que não há barreiras para aquele que deseja ensinar Química, pois apesar da escola não possuir um espaço físico adequado para a realização de atividades experimentais, tampouco reagentes químicos, foi possível adaptar as aulas à realidade escolar, transformando assim, a sala de aula em um laboratório alternativo. A experimentação quando somada a uma metodologia alternativa de ensino, além de contribuir significativamente na aprendizagem dos estudantes, sobrepõe a ausência e as limitações dos laboratórios nas escolas.

Essa proposta didática promoveu para a pesquisadora, a aquisição de uma reflexão crítica quanto a sua própria prática docente, no que se refere à busca de novas formas metodológicas de ensino e em alusão à produção de novos significados capazes de mudar a prática escolar em sala de aula. Partindo de uma auto reflexão, percebe-se quanto o processo de ensino-aprendizagem é dinâmico, pois o saber vai sendo construído a partir da reorganização e interação dos conhecimentos prévios adquiridos na estrutura cognitiva do indivíduo.

Por fim, espera-se que este estudo motive os docentes em formação inicial e continuada, a buscarem novas estratégias e desenvolverem novas práticas de ensino no tocante a Eletroquímica, destacadamente, sobre pilhas, pois esta temática deve ser cada vez mais explorada pelos professores, principalmente, por ser um tema presente no nosso cotidiano. Em linhas gerais, se faz necessário que os docentes na área de ensino de Química, percebam e superem as problemáticas encontradas no cenário educacional, possibilitando a captação do interesse do alunado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. L. **Proposta de uma sequência didática para o estudo da Eletroquímica através de uma abordagem CTSA com enfoque no descarte de pilhas e baterias.** Monografia. Curso de Licenciatura Plena em Ciências Exatas. Universidade Estadual da Paraíba. UEPB. Patos - PB, p. 81. 2014.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 5ª. ed. São Paulo: Bookman, 2012.

ATKINS, P.; PAULA, J. D. **Físico-Química: fundamentos.** 5ª. ed. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **Físico-Química I.** 9ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2012.

AYRES, C. **O uso do recurso multimídia no ensino de Química para alunos de Ensino Médio sobre o conteúdo de ligações intermoleculares.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, p. 319. 2011.

BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. **Quím. nova esc.**, São Paulo-SP, v. 39, p. 52-58, fevereiro 2017. ISSN 01.

BENEDETTI FILHO, E. et al. Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 88-95, maio 2009. ISSN 2.

BRADY, J. E.; SENESE, F. **Química: a matéria e suas transformações**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2014.

BRASIL. **Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

\_\_\_\_\_. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

\_\_\_\_\_. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 2, 2006.

\_\_\_\_\_. **Orientações Curriculares para o ensino médio, ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2008.

CARMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, p. 7-26, 2011. ISSN 28.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11ª. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

COUTO, O. D. A. A. D. **AS PILHAS SECAS — UMA ABORDAGEM INOVADORA PARA O ENSINO**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Instituto de Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 114. 2012.

CUNHA, M. B. D. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, p. 92-98, Maio 2012. ISSN 02.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FERRI, K. C. F. **UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NOS CURSOS TÉCNICOS EM ELETROTÉCNICA E EDIFICAÇÕES NO IFG CÂMPUS JATAÍ**. Dissertação (Mestrado). IFG. CAMPUS JATAÍ. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. Jataí, p. 81. 2016.

FOWLER, R. **Fundamentos de Eletricidade: corrente contínua e magnetismo**. 7ª. ed. [S.l.]: AMGH Editora Ltda, v. 1, 2013.

FRAGAL, V. H. et al. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, v. 33, p. 216-222, novembro 2011. ISSN 4.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. ; DOCHI, R. S. Um experimento simples envolvendo oxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia. **Química Nova na Escola**, p. 49-51, maio 2006. ISSN 23.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. ; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aulas de Ciências. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, p. 34 - 41, Novembro 2008. ISSN 30.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 48ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

FREITAS, A. B. D. **O ENSINO INTERDISCIPLINAR DE PILHAS E RADIOATIVIDADE NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação.. Jataí, p. 182. 2017.

GARCEZ, E. S. D. C. **O Lúdico em Ensino de Química: um estudo estado da arte**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Goiânia, p. 142. 2014.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 198-202, Agosto 2009. ISSN 3.

HALLIDAY; RESNICK. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 9ª. ed. [S.l.]: LTC, v. 3, 2012.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 12ª. ed. São Paulo: CORTEZ, 2009.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. **Quím. nova esc.**, São Paulo, v. 39, p. 35-45, Fevereiro 2017. ISSN 1.

LIMA, L. M. D. N. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ARRIMADAS A APRENDIZAGEM COOPERATIVA NA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO RELATIVO À ELETROQUÍMICA**. Dissertação (Mestrado). CENTRO DE CIÊNCIAS. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 51. 2016.

LOPES, J. M. D. S. **Vivenciando experiências no ensino médio utilizando eletroquímica como tema motivador**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura em Química). Universidade Federal Fluminense. Niterói, p. 57. 2014.

MAGNAGHI, C. P.; ASSIS, A. K. T. SOBRE A ELETRICIDADE EXCITADA PELO SIMPLES CONTATO ENTRE SUBSTÂNCIAS CONDUTORAS DE TIPOS DIFERENTES - UMA TRADUÇÃO COMENTADA DO ARTIGO DE VOLTA DE 1800 DESCRIVENDO SUA INVENÇÃO DA PILHA ELÉTRICA. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 25, p. 118-140, abril 2008. ISSN 1.

MARTINS, R. D. A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum** , v. 21, p. 823-835, 1999.

- MARTINS, R. X. **Metodologia de pesquisa**: guia de estudo. LAFRAS: UFLA, 2013.
- MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. D. P. A Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar. **Quím. nova esc.**, São Paulo, v. 35, p. 237-242, Novembro 2013. ISSN 04.
- MENEZES, M. G. D.; SANTIAGO, M. E. Contribuição do pensamento de Paulo Freire para o paradigma curricular crítico-emancipatório. **Pro-Posições**, v. 25, n. 3, p. 45 - 62, set./ dez. 2014.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas Experimentais para o Estudo da Corrosão em Metais. **Química Nova na Escola**, v. 33, p. 57-60, Fevereiro 2011. ISSN 01.
- MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Diretrizes para a formação de professores da educação básica em interface com a Licenciatura em Química: em contexto as possibilidades formativas.. **Revista Química Nova**, v. 37, p. 1072-1077, 2014. ISSN 06.
- OLIVEIRA, A. L. D.; OBARA, A. T. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: VIVÊNCIAS E PRÁTICAS REFLEXIVAS DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, p. 65-87, Agosto 2018.
- PAZINATO, M. S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, p. 21-25, Fevereiro 2012. ISSN 1.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- QUÍMICA, S. B. de. **A química perto de você**: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.
- QUINTINO, C. P.; RIBEIRO, K. D. F. **A Utilização de filmes no processo de ensino aprendizagem de Química no Ensino Médio**. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química. Brasília: [s.n.]. julho 2010.
- ROSA, C. A. D. P. **História da ciência**: a ciência moderna. 2ª. ed. Brasília: FUNAG, v. II, 2012.
- SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 190-197, agosto 2009. ISSN 3.
- 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. ISSN número especial.
- SILVA, O. G.; NAVARRO, E. C. A Relação Professor-Aluno no Processo de Ensino-Aprendizagem. **Revista Eletrônica da Univar**, v. 3, p. 95-100, 2012. ISSN 8.
- SILVA, R. M. D. et al. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa. **Quím. nova esc.**, São Paulo-SP, v. 38, p. 237-243, agosto 2016. ISSN 3.



SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES. Experimentar sem medo de errar. **Ensino de Química em foco**, Unijuí, 2011.

SILVA, R. T. D. et al. Contextualização e experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no ensino de química” da revista Química Nova na Escola 2000-2008. **Ensaio, Pesquisa, Educação e Ciência**, Belo Horizonte, v. 11, p. 277-298, jul-dez 2009. ISSN 02.

SOUZA, J. J. N. **Experimentação no ensino noturno: uma proposta para o ensino de química**. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Brasília - DF. 2013.

TARNOWSKI, K. D. S. **Química em Prática**, 2015. Disponível em: <<https://quimicaempratica.com/2015/10/10/oxirreducao-com-um-problemao/>>. Acesso em: 25 setembro 2018.

ZANIN, T. Vitamina C: um antioxidante indispensável. **Tua Saúde**, 2016. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/vitamina-c-um-antioxidante-indispensavel/>>. Acesso em: 26 setembro 2018.



**APÊNDICE A**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA**  
**PARAÍBA**

**DISCIPLINA: QUÍMICA**

**QUESTIONÁRIO DE SONDA GEM**

*Olá! Esse questionário diagnóstico está sendo aplicado para uma melhor compreensão da sua percepção sobre a Química e a temática Pilhas Elétricas, para auxiliar no desenvolvimento das atividades.*

1. Para você, o que é Química?

---

---

---

2. Você considera uma disciplina fácil ou difícil?

---

---

---

3. Você consegue identificar a Química no seu dia a dia? Cite exemplos.

---

---

---

4. Você consegue relacionar a Química com a temática “Pilhas”? Cite exemplos.

---

---

---

5. Como são as aulas de Química na sua escola? O professor utiliza recursos, como por exemplo, experimentos, vídeos, jogos, etc., ou apenas utiliza o quadro e giz para exposição do conteúdo?

---

---

---

## APÊNDICE B



### INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

Para a aplicação deste jogo a turma deve ser dividida dois grupos, e cada grupo deve receber cinco placas com as alternativas A, B, C, D e E. Um representante de cada grupo fica responsável por apresentar a resposta escolhida por todos. As perguntas serão realizadas pelo(a) professor(a). Vence o jogo o grupo que acertar o maior número de perguntas.

1. O que é um átomo?
  - a) É uma partícula composta por vários pedacinhos de vidro
  - b) É a menor partícula da matéria e por alguns estudiosos é considerado indivisível
  - c) É a relação de Terra com os demais Planetas do espaço
  - d) É uma atração gravitacional
  
2. A eletrosfera, parte externa do átomo, é formada por:
  - a) Prótons
  - b) Nêutrons
  - c) Íons
  - d) Elétrons
  - e) Cátions
  
3. Sulfato de cobre e sulfato de zinco são considerados:
  - a) Ácidos
  - b) Bases
  - c) Óxidos
  - d) Hidróxidos
  - e) Sais
  
4. Complete: "Os metais possuem características únicas que os diferem das demais substâncias: eles são sólidos à temperatura \_\_\_\_."
  - a) de ebulição da água, no nível do mar, de 100°
  - b) ambiente de 25°
  - c) de 10°, devido aos seu elétrons ficarem espalhados, assim tendo uma baixa temperatura no seu estado sólido.
  - d) -20°, pois seus elétrons ficam livres, assim elevando uma temperatura fria.
  - e) que se encontra no núcleo da Terra.
  
5. O que é um íon?
  - a) Um átomo com um número atômico maior que 20
  - b) Um átomo com mais nêutrons que prótons
  - c) Um átomo eletricamente carregado
  - d) Um metal localizado no período 6 da Tabela Periódica
  - e) Qualquer átomo que possua radiação
  
6. Qual desses compostos é EXCLUSIVAMENTE formado por ligações iônicas?
  - a) H<sub>2</sub>O (água)

- b) HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico)
- c) NaCl (cloreto de sódio)
- d) CO (monóxido de carbono)
- e) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico)

7. Qual é o símbolo do Cobre?

- a) Co
- b) Cu
- c) Cb
- d) Ce
- e) Br

8. O que é NaCl?

- a) Hipoclorito de Sódio
- b) Cloreto de Sódio
- c) Ácido Perclórico
- d) Ácido Carbônico
- e) Sulfito de Magnésio (II)

9. Um íon com carga negativa é chamado de:

10. Do que é formado um átomo?

- a) De células
- b) Elétrons, cátions e ânions
- c) Elétrons, Prótons e Nêutrons
- d) Cargas positivas e negativas
- e) De tudo o que existe no mundo

11. Uma reação química em que há transferência de elétrons é chamada de...

12. O deslocamento de cargas eletricamente carregadas é conhecido como:

- a) Ponte de cargas
- b) Íon
- c) Corrente elétrica
- d) Solução
- e) Eletricidade

13. Complete a frase: Uma substância que em uma reação química sofre redução ela ganha

- 
- a) Prótons
  - b) Elétrons
  - c) Nêutrons
  - d) Nox
  - e) Íon

APÊNDICE C  
**CAÇA-PALAVRAS**  
**REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO**

P	<b>R</b>	N	<b>O</b>	G	P	<b>E</b>	M	Y	F	K	Z	<b>O</b>	X	Q
R	T	<b>E</b>	L	<b>H</b>	<b>L</b>	G	A	R	V	N	<b>A</b>	F	O	J
A	O	R	<b>D</b>	<b>É</b>	<b>N</b>	L	N	<b>R</b>	G	<b>C</b>	G	X	N	V
M	M	X	<b>T</b>	<b>U</b>	D	<b>A</b>	W	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>R</b>	<b>E</b>	<b>P</b>	M
W	R	<b>R</b>	G	S	<b>C</b>	E	<b>G</b>	<b>D</b>	X	I	E	T	M	Q
N	<b>O</b>	I	B	J	X	<b>A</b>	<b>I</b>	<b>U</b>	J	O	G	P	X	O
<b>N</b>	R	C	C	C	A	<b>X</b>	<b>O</b>	<b>T</b>	O	J	M	<b>N</b>	I	P
Q	U	Q	Q	N	<b>O</b>	I	Y	<b>O</b>	F	R	<b>O</b>	B	Q	M
Z	R	M	B	I	M	R	X	<b>R</b>	N	<b>X</b>	Q	O	I	R
B	L	P	H	E	G	Q	X	M	I	W	H	G	G	R
K	S	Z	O	R	F	X	Q	Z	V	L	C	V	C	P
E	L	Z	Y	I	O	E	Y	P	C	S	H	G	I	M
P	R	G	N	L	M	Z	C	N	Y	U	J	B	Q	A
Y	P	H	O	E	W	Z	G	D	B	L	X	H	H	U
G	<b>O</b>	<b>X</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>N</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	J	D	J	G	C	V

**ELÉTRON**

**GANHO**

**NOX**

**OXIDACAO**

**OXIDANTE**

**PERDA**

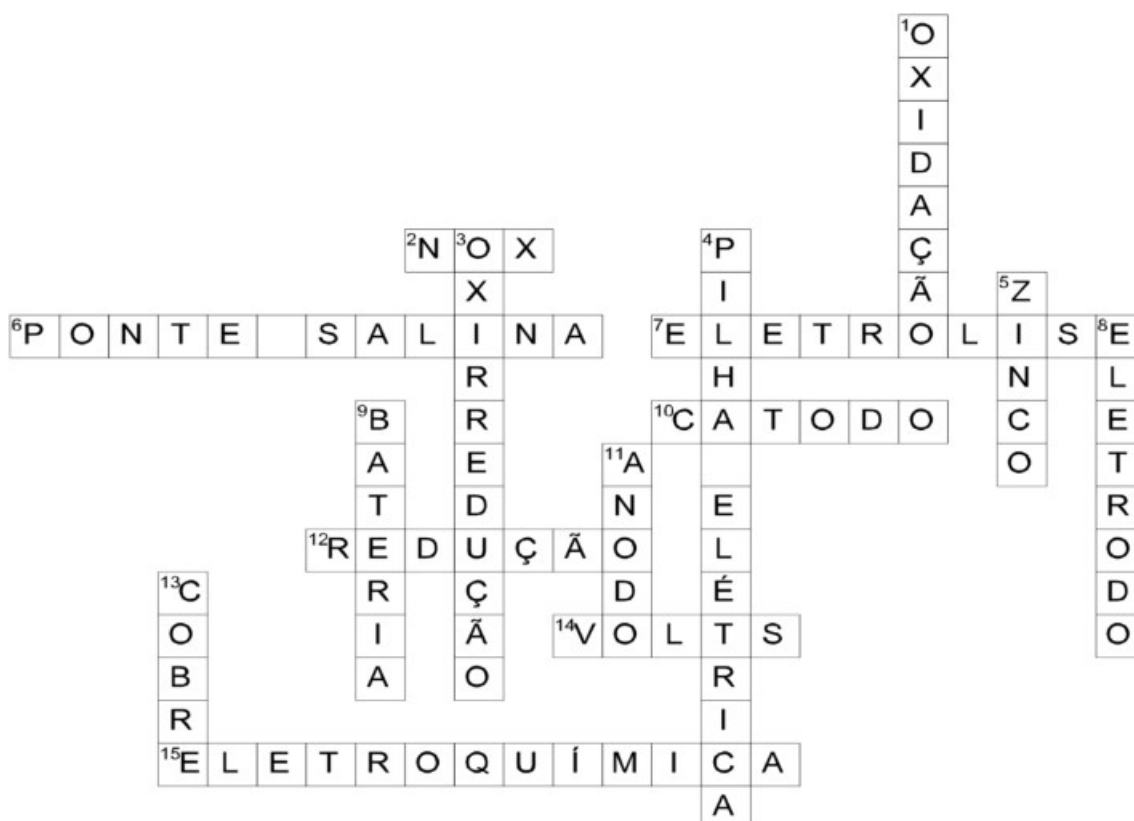
**REDUCAO**

**REDUTOR**

## APÊNDICE D

## Cruzadinha

Eletroquímica



Horizontal

Vertical

2. Carga elétrica de um íon.
  6. Solução de um sal que conecta duas ou mais semi células de uma pilha.
  7. Fenômeno em que ocorre a conversão de Energia Elétrica em Energia Química.
  10. Eletrodo no qual acontece a redução.
  12. Fenômeno no qual o elemento ganha elétrons.
  14. Unidade em que se mede a diferença de potencial (DDP) de uma pilha.
  15. O ramo da Química que estuda o fenômeno de transformação da Energia Química em Energia Elétrica
1. Fenômeno no qual o elemento perde elétrons.
  3. As reações que envolve a transferência de elétrons.
  4. Célula galvânica que converte Energia Química em Energia Elétrica.
  5. Elemento químico que perde elétrons na pilha de Daniell.
  8. Superfície sólida que permite a troca de elétrons em uma pilha.
  9. Conexão de várias pilhas.
  11. Eletrodo no qual acontece a oxidação.
  13. Elemento químico que ganha elétrons na pilha de Daniell.



## APÊNDICE E

### INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

A intenção deste termo é convidar o seu filho(a) para participar, como voluntário (a), em um projeto, na área de Ensino de Química, que resultará em Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao IFPB campus João Pessoa. O objetivo deste projeto é otimizar o processo de ensino e aprendizagem dos discentes pertencentes a escola XXX, localizada no município de João Pessoa, através de metodologias diferenciadas, como por exemplo, experimentação, lúdico, e TICs.

Dados de identificação do Projeto:

Título do Projeto: Sequência de atividades no ensino de química, envolvendo a temática Pilhas Elétricas, no Ensino Médio.

Pesquisadores Responsáveis: Profa. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo na condição de orientadora; Aluna: Mayzza Márcia Araújo do Nascimento, graduanda em licenciatura em Química.

Instituição promotora: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa.

Gostaríamos de contar com sua participação nas atividades para um melhor diagnóstico sobre sua percepção da disciplina de Química e sobre o uso de ferramentas metodológicas diferenciadas nas aulas de Química. Os instrumentos desta pesquisa serão questionários e entrevistas, além de gravação de áudio e registros fotográficos. Vale salientar que garantimos o sigilo da identificação dos participantes, assim como o anonimato. As atividades que você participará não oferecerão risco à sua saúde, sendo assim, não haverá motivos para suspensão desta pesquisa. Sua participação é de fundamental importância para o sucesso da pesquisa. Quaisquer dúvidas poderão também ser solucionadas junto à coordenadora responsável (Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo) no telefone (83) 99926-4377 e e-mail [alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br](mailto:alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br). É importante lembrar que, a qualquer momento, você poderá desistir de participar da pesquisa. Caso concorde em participar, nós agradecemos muito a sua colaboração e gostaríamos que assinasse a seguir, indicando que está devidamente informado (a) sobre os objetivos da pesquisa e os usos dos seus resultados.

Eu, \_\_\_\_\_ RG nº \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ declaro ter sido informado (a) e permito a participação, como voluntário(a), do meu(inha) filho(a) no projeto de pesquisa supracitado.

\_\_\_\_\_  
Responsável

João Pessoa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

### TERMO DE ASSENTIMENTO

A intenção deste termo é convidá-lo para participar, como voluntário (a), em um projeto, na área de Ensino de Química, que resultará em Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao IFPB campus João Pessoa. O objetivo deste projeto é otimizar o processo de ensino e aprendizagem dos discentes pertencentes a escola XXX, localizada no município de João Pessoa, através de metodologias diferenciadas, como por exemplo, experimentação, lúdico, e TICs.

Dados de identificação do Projeto:

Título do Projeto: Sequência de atividades no ensino de química, envolvendo a temática Pilhas Elétricas, no Ensino Médio.

Pesquisadores Responsáveis: Profa. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo na condição de orientadora; Aluna: Mayzza Márcia Araújo do Nascimento, graduanda em licenciatura em Química.

Instituição promotora: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa.

Gostaríamos de contar com sua participação nas atividades para um melhor diagnóstico sobre sua percepção da disciplina de Química e sobre o uso de ferramentas metodológicas diferenciadas nas aulas de Química. Os instrumentos desta pesquisa serão questionários e entrevistas, além de gravação de áudio e registros fotográficos. Vale salientar que garantimos o sigilo da identificação dos participantes, assim como o anonimato. As atividades que você participará não oferecerão risco à sua saúde, sendo assim, não haverá motivos para suspensão desta pesquisa. Sua participação é de fundamental importância para o sucesso da pesquisa. Quaisquer dúvidas poderão também ser solucionadas junto à coordenadora responsável (Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo) no telefone (83) 99926-4377 e e-mail [alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br](mailto:alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br). É importante lembrar que, a qualquer momento, você poderá desistir de participar da pesquisa. Caso concorde em participar, nós agradecemos muito a sua colaboração e gostaríamos que assinasse a seguir, indicando que está devidamente informado (a) sobre os objetivos da pesquisa e os usos dos seus resultados.

Eu, \_\_\_\_\_ RG nº \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ declaro ter sido informado(a) e concordo em participar, como voluntário(a), do projeto de pesquisa supracitado.

\_\_\_\_\_  
Entrevistado

João Pessoa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_



## APÊNDICE G



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

### **Experimento I: Liberação de Gás**

Competências: Compreender o conceito de reação química.

Habilidades: Observar a liberação de gás carbônico.

Materiais e Reagentes: Vinagre, bicarbonato de sódio, proveta.

Procedimento: Na proveta adicione cerca de 10 mL de vinagre. Em seguida adicione certa quantidade de bicarbonato de sódio. O vinagre começa a reagir com o bicarbonato, e há a formação de bolhas.

### **Experimento II: Camaleão Químico**

Competências: Compreender o conceito de oxirredução na reação química envolvida entre as soluções.

Habilidades: Observar a mudança de coloração da solução devido a ocorrência da redução e/ou oxidação das substâncias envolvidas.

Materiais e Reagentes: Permanganato de potássio (comprimido de 100 mg), soda cáustica, açúcar, água, colher, bastão de vidro ou baqueta, 4 béquers ou recipientes de vidro, proveta (ou medidor).

Procedimento: Em recipientes diferentes prepare as soluções: dilua um comprimido de permanganato de potássio em 300 mL de água; adicione três colheres de soda cáustica em 300 mL de água; adicione três colheres de açúcar em 300 mL de água. Em seguida, misture as soluções em um outro recipiente: adicione 60 mL de água, 20 mL da solução de soda cáustica, 20 mL da solução de açúcar, e por último 20 mL da solução permanganato de potássio. Mexa e observe a mudança das cores.

### **Experimento III: Violeta que desaparece**

Competências: Compreender e reconhecer as reações químicas.

Habilidades: Verificar a mudança da cor violeta para incolor através de uma reação química.

Materiais e Reagentes: Permanganato de potássio (comprimido de 100 mg), água, vinagre de cozinha, água oxigenada (10 volume), 3 béquers ou recipientes de vidro, bastão de vidro ou baqueta.

Procedimento: Em recipientes diferentes separe as substâncias: dissolva um comprimido de permanganato de potássio em 40 mL de água; adicione 20 mL de vinagre; adicione 20 mL de água oxigenada. Em seguida misture as substâncias: adicione o vinagre no recipiente contendo o permanganato em solução; depois adicione a água oxigenada no mesmo recipiente. Mexa e observe a mudança da coloração. Obs.: a proporção sempre será 2:1:1 das substâncias.

## APÊNDICE H



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

### Roteiro Experimental 1

#### **Oxidação da palha de aço**

##### Materiais

- a- Seringa de 20 mL
- b- Béquer
- c- Palha de aço
- d- Água
- e- Vinagre

##### Procedimento

1. Pegue um pequeno pedaço da palha de aço e molhe no vinagre. Deixe agir por cerca de um minuto, e após isso, sacuda a palha para a retirada do excesso.
2. Em seguida, introduza a palha dentro da seringa plástica de 20 mL.
3. Após este processo, tampe a extremidade superior com o êmbolo e mergulhe a inferior em um béquer com água de modo a selar a ponta da seringa.
4. Após alguns minutos, observe o que acontece.

### Roteiro Experimental 2

#### **Processo de oxirredução do ferro**

##### Materiais

- a- 2 pregos
- b- Água sanitária (solução de hipoclorito de sódio)
- c- Copo

##### Procedimento

1. Coloque um dos pregos na solução de hipoclorito de sódio.
2. Aguarde um tempo e observe o que acontece. Compare o resultado com o outro prego.

### Roteiro Experimental 3

#### À procura da Vitamina C

##### Materiais

- a- 1 comprimido efervescente de 1 g de vitamina C
- b- tintura de iodo a 2% (comercial)
- c- sucos de frutas variados (por exemplo: limão, laranja, maracujá e caju)
- d- 5 seringas de plástico descartáveis de 10 mL
- e- 1 fonte para aquecer a água (aquecedor elétrico ou secador de cabelo)
- f- 6 copos de plástico
- g- 1 colher de chá de farinha de trigo ou amido de milho
- h- 1 béquer de 500 mL ou frasco semelhante
- i- água filtrada
- j- 1 conta-gotas
- k- 1 garrafa de refrigerante de 1 L

##### Procedimento

1. Coloque 200 mL de água filtrada em um béquer de 500 mL. Em seguida, aqueça o líquido até uma temperatura próxima a 50 °C, cujo acompanhamento poderá ser realizado com um termômetro ou com a imersão de um dos dedos da mão (nessa temperatura é difícil a imersão do dedo por mais de 3 s). Em seguida, coloque uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo) na água aquecida, agitando sempre a mistura até atingir a temperatura ambiente.
2. Em uma garrafa de refrigerante de 1 L, contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolva um comprimido efervescente de vitamina C e complete o volume até 1L.
3. Escolha 4 frutas cujos sucos você queira testar, e obtenha o suco dessas frutas.
4. Deixe à mão a tintura de iodo a 2%, comprada em farmácias.
5. Numere seis copos de vidro, identificando-os com números de 1 a 6. Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em cada um desses seis copos de vidro numerados. No copo 1, deixe somente a mistura de amido e água. Ao copo 2, adicione 5 mL da solução de vitamina C; e, a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6, adicione 5 mL de um dos sucos a serem testados. Não se esqueça de associar o número do copo ao suco escolhido.

6. A seguir pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1, agitando constantemente, até que apareça uma coloração azul. Anote o número de gotas adicionado (neste caso, uma gota é geralmente suficiente).
7. Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessário para o aparecimento da cor azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas da tintura de iodo até que ela persista, e anote o número total de gotas necessário para a coloração azul persistir.
8. Repita o procedimento para os copos que contêm as diferentes amostras de suco, anotando para cada um deles o número de gotas empregado.

## APÊNDICE I



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

### **Condutividade elétrica das soluções**

**Competências:** Compreender o conceito de condutividade elétrica das soluções, materiais condutores e isolantes.

**Habilidades:** Perceber a importância desse conceito no dia a dia através da prática.

**Materiais e Reagentes:** 1 lâmpada, um bocal, fios, tomada (macho), placa de madeira, fita isolante, 3 recipientes de vidro, colher, água, sal e açúcar.

**Procedimento:** Pegue um fio duplo com 2 m de comprimento. No meio do fio separe as duas partes (descole os dois fios) em um comprimento de 60 cm (em paralelo). Corte um dos fios e desencape 1 cm das pontas divididas. Pegue as duas extremidades que ainda não foram separadas e ligue uma ao soquete e outra ao plug da tomada. Aparafuse o soquete a uma das extremidades da placa de madeira. Alinhe a sobra do fio na placa no sentido horizontal e prendo com um grampo fixador. Enrole-os com fita isolante e fixe-os na placa. Com o circuito pronto, você terá 2 extremidades livres para poder realizar o experimento.

Pegue os 3 recipientes e coloque-os próximos ao circuito. Nos recipientes adicione separadamente: água com sal (2 colheres); água com açúcar (2 colheres); água pura.

**APÊNDICE J**

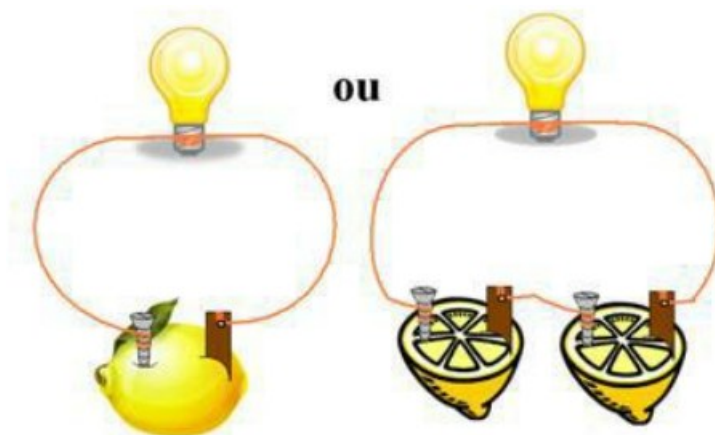
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

**PILHAS DE LIMÃO, LARANJA E BATATA****MATERIAL**

- Limão, Batata e Laranjas;
- 1 faca;
- 3 lâmpadas LED, multímetros, uma calculadora;
- Placa de cobre ou moedas de cobre bem limpa com uma palha de aço;
- Placa de zinco ou parafusos ou ruelas de zinco que também deverá ser bem limpo com uma palha de aço;
- Fios elétricos com garras de jacaré ou fios de cobre.

**PROCEDIMENTO**

1. Corte o limão, a laranja ou a batata ao meio. Faça dois pequenos cortes na metade de cada limão (ou batata, ou laranja) e enfie em cada um a moeda de cobre e o parafuso de zinco (os metais não devem se tocar);
2. Conecte os fios com as garras de jacaré em cada uma das placas e a lâmpada do outro lado. Se você não tiver as garras de jacaré;
3. Observe a lâmpada se acender. No caso do multímetro, ele mostrará quanto de corrente elétrica está sendo produzido. Depois ligue a calculadora na pilha.



## APÊNDICE K



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

### Resumo: ELETROQUÍMICA

A Eletroquímica é um ramo da Química que estuda o fenômeno da transferência de elétrons para a transformação de Energia Química em Energia Elétrica e vice-versa, ou seja, trata do uso das reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar reações químicas não espontâneas.

Os conceitos da eletroquímica são aplicados na fabricação de muitos aparelhos utilizados em nosso cotidiano, como por exemplo, pilhas, baterias, celulares, lanternas, computadores e calculadoras.

As reações que envolvem a transferência de elétrons são chamadas de *reações de oxirredução*, pois nelas ocorrem simultaneamente a redução e a oxidação das substâncias. São exemplos de reações de oxirredução a oxidação do ferro (formação da ferrugem), redução de minérios metálicos para a produção de metais, formação do aço, corrosão de navios, etc.

O estudo da eletroquímica compreende as pilhas e a eletrólise. A diferença entre os dois processos é a transformação de energia.

1. A pilha converte energia química em energia elétrica, de modo espontâneo.
2. A eletrólise converte energia elétrica em energia química, de modo não espontâneo.

A eletroquímica estuda como os cátions e os ânions comportam-se nas pilhas e baterias, bem como na eletrólise.

#### *Reações de Oxirredução*

Na eletroquímica, as reações estudadas são as de oxirredução. Elas são caracterizadas pela perda e ganho de elétrons. Isso quer dizer que ocorre a transferência de elétrons de uma espécie para outra.

- Oxidação: Resulta na perda de elétrons e aumento do nox.
- Redução: Resulta no ganho de elétrons e diminuição do nox.

Ao mesmo tempo que um elemento cede elétrons, outro irá recebê-los. Assim, o número total de elétrons recebidos é igual ao total de elétrons perdidos.

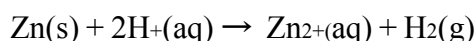
Conforme o elemento que recebe ou doa os elétrons temos as seguintes denominações:



- Agente Redutor: Aquele que sofre oxidação, ou seja, perde elétrons. Provoca a redução da outra espécie e aumenta o seu número de ox.
- Agente Oxidante: Aquele que sofre redução, ou seja, ganha elétrons. Provoca a oxidação da outra espécie e diminui o seu número de ox.

O número de oxidação representa a carga elétrica de um elemento no momento em que participa de uma ligação química. Essa condição é relacionada com a eletronegatividade, que é a tendência que alguns elementos apresentam para receber elétrons.

Entretanto, para saber quem ganha e quem perde elétrons, deve-se conhecer os números de oxidação dos elementos. Veja esse exemplo de oxirredução:



- O elemento Zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) é oxidado ao perder dois elétrons. Ao mesmo tempo, provocou a redução do íon hidrogênio. Por isso, é o agente redutor.
- O íon ( $\text{H}^+$ ) ganha um elétron, sofrendo redução. Com isso, provocou a oxidação do zinco. É o agente oxidante.

### *Pilhas e Eletrólise*

O estudo da eletroquímica compreende as pilhas e a eletrólise, através das reações de oxirredução. A diferença entre os dois processos é a transformação de energia.

1. A pilha converte energia química em energia elétrica, de modo espontâneo.
2. A eletrólise converte energia elétrica em energia química, de modo não espontâneo.

### Pilhas

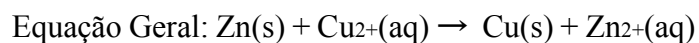
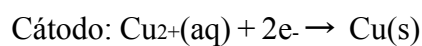
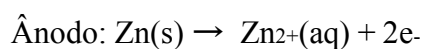
A pilha, também chamada de célula galvânica, é um sistema em que se converte energia química em energia elétrica, de modo espontâneo. A célula é composta por dois eletrodos e um eletrólito, que em conjunto produzem energia elétrica. Se conectarmos duas ou mais pilhas, forma-se uma bateria.

O eletrodo é a superfície sólida condutora que possibilita a troca de elétrons. O eletrodo no qual ocorre a oxidação é chamado de *ânodo*, representa o polo negativo da pilha; o eletrodo no qual ocorre a redução é chamado de *cátodo*, representa o polo positivo da pilha.

Na pilha, os elétrons são liberados no ânodo e seguem por um fio condutor até o catodo, onde ocorre a redução. Assim, o fluxo de elétrons segue de ânodo para o catodo. Essa transferência de elétrons é que dá origem a eletricidade.

O eletrólito ou ponte salina é a solução eletrolítica condutora dos elétrons, permitindo o equilíbrio químico no sistema.

Em 1836, John Fredric Daniell construiu um sistema que ficou conhecido como Pilha de Daniell. Ele interligou, com um fio metálico, dois eletrodos. Um eletrodo consistia em uma placa de zinco metálico, mergulhado em uma solução aquosa de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), representando o ânodo. O outro eletrodo consistia em uma placa de cobre metálico (Cu), imerso em uma solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), representava o cátodo. No cátodo ocorre a redução do cobre. Enquanto, no ânodo acontece a oxidação do zinco. Conforme as seguintes semi-reações químicas:



## ANEXO I

### Vitamina C: um antioxidante indispensável

Tatiana Zanin

Nutricionista

Fonte: <http://www.tuasaude.com>

A vitamina C, também chamada de ácido ascórbico, é um famoso antioxidante que age protegendo as células dos radicais livres, substâncias que provocam o envelhecimento celular e o aparecimento de câncer. Ela também é muito utilizada como suplemento para o fortalecimento do sistema imunológico e em produtos de beleza para reduzir rugas e linhas de expressão.

Os alimentos ricos em vitamina C são principalmente as frutas cítricas como laranja, abacaxi, limão e tangerina.

#### Funções da vitamina C

A vitamina C desempenha funções em diversas partes do corpo, trazendo benefícios como:

- Fortalecimento do sistema imunológico;
- Prevenção do envelhecimento precoce;
- Prevenção de câncer;
- Melhoria da saúde dos ossos, dentes e gengivas;
- Aumenta a absorção de ferro no intestino.

É importante lembrar que para que a vitamina C aumente a absorção de ferro no intestino deve-se tomá-la junto a uma refeição rica em ferro. Assim, após uma refeição que tenha carnes, que são alimentos ricos em ferro, deve-se comer uma fruta cítrica como laranja, tangerina ou abacaxi.

#### Alimentos ricos em vitamina C

A tabela abaixo traz a quantidade de vitamina C presente em 100 g de alimento.

Alimento	Vitamina C (mg)	Energia (kcal)
Abacaxi	34,6	48
Laranja pera	53,7	37
Tangerina	48,8	38
Limão	34,5	22
Acerola	941,4	33
Caju	219,3	43

<b>Kiwi</b>	70,8	51
-------------	------	----

A quantidade de vitamina que se deve ingerir por dia varia de acordo com a idade, sendo que mulheres adultas precisam de 75 mg/dia, enquanto os homens precisam de 90 mg/dia.

#### Vitamina C em cremes de beleza

A vitamina C também é muito utilizada como componente de cremes de beleza, pois ela ajuda a prevenir o envelhecimento, a combater as rugas e a clarear manchas. Ela é usada principalmente em produtos hidratantes para o rosto e em protetores solares.