



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA



RODRIGO DA SILVA VASCONCELOS

**UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO INVESTIGATIVO COM MATERIAIS DE
BAIXO CUSTO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA**

RECIFE

2023

RODRIGO DA SILVA VASCONCELOS

**UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO INVESTIGATIVO COM MATERIAIS DE
BAIXO CUSTO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à
**Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos
requisitos para conclusão do curso de Licenciatura Plena
em Química.**

Orientador: Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas

RECIFE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- V331p Vasconcelos , Rodrigo da Silva
Uma proposta de experimento investigativo com materiais de baixo custo para ensino e aprendizagem de eletroquímica / Rodrigo da Silva Vasconcelos . - 2023.
40 f. : il.
- Orientadora: Katia Cristina Silva de .
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2023.
1. Sequência Didática . 2. Experimentação Investigativa. 3. Eletroquímica . I. , Katia Cristina Silva de, orient. II. Título

CDD

RODRIGO DA SILVA VASCONCELOS

**UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO INVESTIGATIVO COM MATERIAIS DE
BAIXO CUSTO PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à **Universidade Federal Rural
de Pernambuco** como parte dos
requisitos para conclusão do curso de
Licenciatura Plena em Química.

Área de concentração: **Ensino de Química.**

Aprovado em: 05 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas – UFRPE
Presidente e orientadora

Profa. Dra. Suzana Pereira Vila Nova – UFRPE
1ª Examinadora

Profa. Dra. Ivoneide Mendes da Silva – UFRPE
2º Examinadora

Dedico este trabalho a minha
querida noiva Maria Eduarda e
aos meus pais, Sr. Oliveira e
Sra. Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Sr. Oliveira e Sra. Silva, por toda a educação passada e pelos sacrifícios feitos desde de minha tenra idade.

À professora Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas, do Departamento de Química da UFRPE, pela sua paciência e solicitude durante a orientação neste humilde trabalho.

À minha querida noiva, Maria Eduarda, por todo o apoio dado e, simplesmente, por ser a pessoa que é.

“Quem ensina aprende ao
ensinar e quem aprende
ensina ao aprender.”

FREIRE, 1997, p. 23.

RESUMO

Este trabalho propõe uma sequência de ensino-aprendizagem para aulas no ensino médio abordando conteúdos, conceitos e habilidades relacionados à eletroquímica visando complementar as aulas de ensino tradicional com a implementação de procedimentos experimentais com materiais de baixo custo. Deve-se salientar que por ser um conteúdo amplo, complexo e de grande importância, deve-se ter maior atenção na forma de lecioná-lo. Durante o presente trabalho, buscou-se avaliar se uma sequência didática dividida em cinco etapas com o uso da experimentação demonstrativa e investigativa pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos e habilidades, através da proposição de procedimentos experimentais em construções de células eletroquímicas e da análise qualitativa dos conteúdos e conceitos emergidos ao final da sequência didática. Conclui-se que a proposta de sequência pode contribuir positivamente com o desenvolvimento de saberes pois, percebe-se, no término da pesquisa, algumas substituições e complementações de concepções iniciais relacionadas à eletroquímica.

Palavras-chave: Sequência Didática. Experimentação Investigativa. Eletroquímica.

ABSTRACT

This work proposes a teaching-learning sequence for classes in high school addressing contents, concepts and skills related to electrochemistry aiming to complement traditional teaching classes with the implementation of experimental procedures with low-cost materials. It should be noted that because it is a broad, complex and important content, greater attention should be paid to the way it is taught. During the present work, it was sought to evaluate whether a didactic sequence divided into five stages with the use of demonstrative and investigative experimentation can improve the teaching-learning process of contents and skills, through the proposition of experimental procedures in constructions of electrochemical cells and the qualitative analysis of the contents and concepts emerged at the end of the didactic sequence. It is concluded that the sequence proposal can contribute positively to the development of knowledge because, at the end of the research, some substitutions and complementations of initial conceptions related to electrochemistry are perceived.

Keywords: Didactic Sequence. Investigative Experimentation. Electrochemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Sistema de reação de eletrólise.....	22
Figura 02: Célula ou pilha galvânica.....	23
Figura 03: Célula eletrolítica.....	24
Figura 04: Conteúdos relacionados aos processos de oxidação e redução.....	27
Figura 05: Resultado do experimento demonstrativo.....	31
Figura 06: Célula eletrolítica construída pelo grupo GA.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Periódicos estudados na revisão da literatura.....	17
Quadro 02: Artigos encontrados no levantamento bibliográfico.....	17
Quadro 03: Análise dos artigos.....	18
Quadro 04: Categorização das concepções iniciais.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT – Análise Textual

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

GA – Grupo A

GB – Grupo B

GC – Grupo C

GD – Grupo D

GE – Grupo E

GF – Grupo F

LED – *Light-Emitting Diode*

P1 - Periódico 1

P2 – Periódico 2

P3 – Periódico 3

P4 – Periódico 4

S1 – Artigo 1

S2 – Artigo 2

S3 – Artigo 3

S4 – Artigo 4

SD – Sequência Didática

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Proporção de engajamento.....	33
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	17
3 OBJETIVOS.....	21
3.1 OBJETIVO GERAL.....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4 FUNDAMENTAÇÃO.....	21
4.1 ELETROQUÍMICA.....	21
4.1.1 Tipos de células eletroquímicas.....	22
4.2 DIFICULDADES NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA.....	24
4.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	25
4.3.1 Experimentação Investigativa.....	25
4.3.2 Experimentação demonstrativa.....	25
4.3.3 Experimentação de verificação.....	26
5 METODOLOGIA.....	26
5.1. IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE INTERVENÇÃO.....	26
5.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	27
5.3 ÉTICA NA PESQUISA.....	28
5.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	28
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6.1 CLASSIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES.....	30
6.2 ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DE INVESTIGAÇÃO.....	32
6.3 ANÁLISE DOS RELATOS CONSTRUÍDOS AO FINAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	34
7 CONCLUSÕES.....	36
8 REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Para intensificar nas aulas de Química do Ensino Médio a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, o presente projeto traz uma proposta de intervenção na rotina das aulas de Química. Com o objetivo de complementar as aulas de ensino tradicional com a implementação de procedimentos experimentais para investigar a formação da ferrugem e as diferenças reativas dos metais.

Apesar da abordagem tradicional do ensino de ciências ser amplamente empregadas nas aulas de Química, percebe-se vários estudos que salientam a importância da prática docente para formação de cidadãos ativos e críticos na realidade em que estão inseridos. Alguns pesquisadores, por exemplo, Adas e Nunes. (2022, p. 137) apontam que:

[...] é de fundamental importância que os estudantes da Educação Básica se apropriem dos conhecimentos químicos de forma a pensar criticamente sobre sua realidade e o mundo em que estão inseridos de modo a se tornarem aptos a promover mudanças benéficas nesta sociedade.

Dentro do âmbito escolar, é comum que professores e estudantes apontem os conteúdos envolvidos na eletroquímica como complexos e que apresentam grande dificuldades nas práticas docentes. Diante destes desafios e pela importância desta ciência para a humanidade, se faz necessário buscar métodos alternativos para facilitar o ensino e a compreensão da eletroquímica ponderando aspectos de contextualização (SANTOS et al., 2018).

Em razão das dificuldades presentes em aulas de eletroquímica, Santos et al. (2018) utilizou materiais de baixo custo e não tóxicos (limões e batatas do tipo inglesa) de tal maneira que os educandos se voltassem à experimentação para a construção de pilhas bioquímicas de Zn/Cu. Nesta pesquisa foi constatado que os estudantes, ao realizarem a experimentação investigativa em grupos,

desenvolveram habilidades e competências além de compreenderem conceitos envolvidos na eletroquímica.

De forma distinta do modelo tradicional de ensino, Fragal et al. (2011) descreveu uma sequência didática constituída de três etapas: i. Investigando a formação da ferrugem; ii. Investigando a reatividade dos metais e iii. Diferenças de reatividade. Por meio da análise dos materiais elaborados pelos alunos, foi constatada a compreensão em relação aos temas abordados, especialmente no que diz respeito à corrosão de metais.

Problemática de pesquisa

Uma sequência de aulas organizadas conforme a metodologia da experimentação investigativa, aplicada no ensino médio, pode melhorar o processo de ensino aprendizagem de conteúdos e habilidades relacionadas à eletroquímica?

Com a finalidade de responder esse questionamento, consideramos o seguinte pressuposto:

Pretende-se produzir, aplicar e analisar uma Sequência Didática (SD) em sala de aula com o uso da experimentação investigativa e demonstrativa, utilizando-se materiais de baixo custo, numa perspectiva contextualizada através do conteúdo de eletroquímica.

2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Diante da importância das aulas de químicas com experimentação investigativa para formação de cidadãos críticos e atuantes e para a enculturação científica dos estudantes do Ensino Médio, se faz necessário estudar trabalhos relacionados na área para orientar e auxiliar os docentes ativos na rede de ensino.

Foi realizado um levantamento bibliográfico em 4 periódicos (doravante P1 a P4) observando as publicações de janeiro de 2019 até dezembro de 2022 para ambientação, entendimento e compreensão do tema. A pesquisa se deu por meio da investigação de palavras-chaves e/ou títulos dos artigos e foram utilizadas como base para a pesquisa: “experimentação; eletroquímica” no *site* da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). O **Quadro 01** apresenta os periódicos pesquisados na execução do levantamento.

Quadro 01: Periódicos estudados na revisão da literatura.

Codiname	Periódico
P1	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista
P2	Conexões – Ciência e Tecnologia
P3	Revista Ciências & Ideias
P4	Revista de Ensino de Ciências e Matemática

Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

Os artigos foram selecionados a partir do resultado da busca no acervo do *site* da CAPES. O **Quadro 2** apresenta os artigos encontrados.

Quadro 02: Artigos encontrados no levantamento bibliográfico.

Periódico	Artigo	Autor/autores(as)	Ano
P1	S1: Estudos sobre o Ensino e Aprendizagem de Conceitos em Eletroquímica: Uma Revisão	VIEIRA; BRAGA; PASSOS; FARIAS	2021
P2	S2: A Experimentação no Foco da	SILVA; OLIVEIRA;	2019

	Aprendizagem: Ensinando Eletroquímica de Forma Fácil e Barata	MAGALHÃES; NASCIMENTO; SOARES; WAGNER; RIBEIRO	
P3	S3: A Experimentação e a Pilha de Daniell Numa Abordagem Demonstrativa-investigativa	GUIMARÃES; CASTO	2019
P4	S4: Experimentação investigativa em Eletroquímica e argumentação no Ensino Médio em uma Escola Federal em Santa Maria/RS	ROZADO; CHITOLINA; BRESSIANI	2019

Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

Tendo como base os trabalhos estudados, foram salientadas diversas características relacionadas à abordagem experimental investigativa e como elas são postas nos periódicos atualmente. O **Quadro 03** mostra uma análise dos artigos, que exhibe: a tipologia de pesquisa (se empírica ou teórica) [coluna 2]; o conteúdo, área de conhecimento ou tema abordados nos artigos [coluna 3]; as estratégias de ensino que foram articuladas à abordagem investigativa ou utilizadas numa sequência didática experimental [coluna 4]; os objetivos de pesquisa de cada artigo [coluna 5]; os sujeitos de pesquisa foco das abordagens [coluna 6]; o(s) instrumento(s) de coleta de dados das pesquisas, [coluna 7].

Quadro 03: Análise dos artigos.

Artigo	Tipologia	Conteúdo, Área ou Tema	Articulação	Objetivo de Pesquisa	Sujeitos	Instrumento de Coleta de Dados
S1	Teórica	-	-	Mapear e classificar, nas pesquisas que abordam o ensino e aprendizagem de conceitos eletroquímicos, aspectos metodológicos, base teórica e principais contribuições	-	Revisão Bibliográfica

				para a área de Ensino de Química no Brasil.		
S2	Empírica	Eletroquímica	Experimentação; Aulas expositivas	Apresentar os resultados colhidos na aplicação de uma abordagem centrada numa perspectiva construtivista, em que o aluno, em contato com experimentos em sala de aula, mostrou uma possível potencialização na sua aprendizagem em Química.	Estudantes do Ensino Médio	Questionário
S3	Empírica	Eletroquímica (Pilha de Daniell)	Experimentação Investigativa	Visa à construção e reconstrução dos conhecimentos científicos relacionados a um tema recorrente no Ensino Médio: a eletroquímica, no caso do experimento realizado, a pilha de Daniell.	Estudantes do Ensino Médio	Questionário; Diário de Campo
S4	Empírica	Eletroquímica	Experimentação Investigativa com Graus Diferentes de Abertura	Avaliar como três atividades com experimentos investigativos em eletroquímica, com diferentes níveis de abertura, puderam promover a argumentação	Estudantes do Ensino Médio	Modelo de Argumentação de Toulmin

				em um grupo de 48 alunos da segunda série do Ensino Médio (EM) do Colégio Politécnico da UFSM, escola da rede federal em Santa Maria, Rio Grande do Sul.		
--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

No que se refere a tipologia da pesquisa, percebe-se uma tendência, pois em todos os artigos, com exceção do S1, são trabalhos empíricos com metodologias práticas e qualitativas. O artigo S1 é caracterizado por fazer uma revisão bibliográfica das pesquisas que tratam do ensino e aprendizagem de conceitos eletroquímicos, aspectos metodológicos, base teórica e principais contribuições para a área de Ensino de Química no Brasil.

Todos os artigos destacados, com exceção do S1, trataram especificamente do conteúdo de eletroquímica com a estratégia de ensino baseada na experimentação investigativa. O artigo S4 diferencia-se dos demais por explorar a experimentação investigativa em diferentes graus de aberturas.

Já o artigo S2 é o único entre os demais que relata uma sequência didática experimental utilizando materiais de baixo custo. Caracterizando-se como o trabalho mais semelhante ao qual será realizado.

Este trabalho possui o diferencial de ser o único entre os artigos encontrados no levantamento bibliográfico a relatar uma sequência didática experimental investigativa com a utilização, nas práticas didáticas, de aparelhos alternativos de baixos custos construídos pelos estudantes.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar possíveis contribuições de uma sequência didática experimental investigativa, utilizando-se materiais de baixo custo, para facilitar a aprendizagem de conteúdos e habilidades relacionadas à eletroquímica em uma turma do ensino médio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar as concepções prévias dos estudantes;
- Propor procedimentos experimentais para investigação;
- Analisar conteúdos e conceitos emergidos ao final da sequência didática.

4 FUNDAMENTAÇÃO

4.1 ELETROQUÍMICA

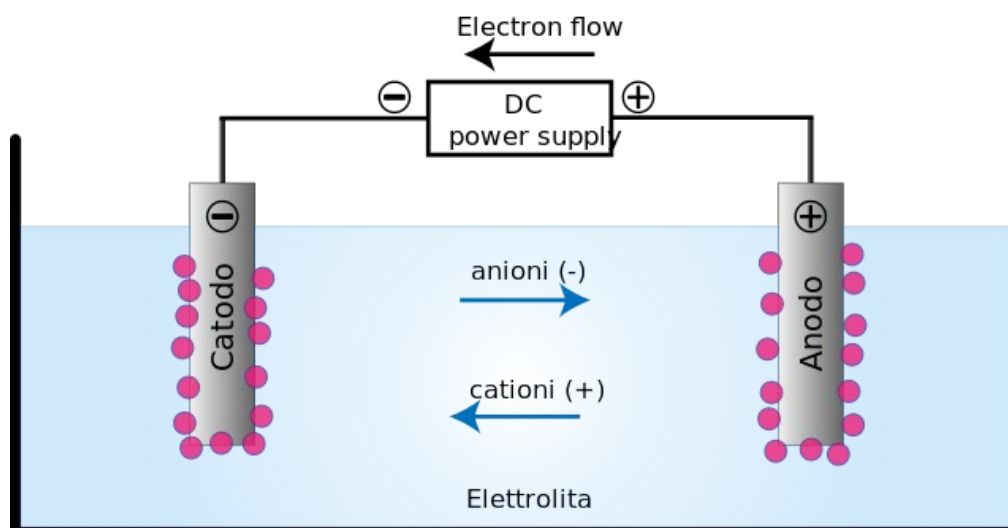
Segundo Atkins (2017), dentro da Química, a área conhecida como eletroquímica é caracterizada pelo estudo das reações capazes de gerar eletricidade espontaneamente e das reações geradas por uma corrente elétrica externa.

Pode-se comparar as reações do tipo ácido-base, onde ocorre a transferência de prótons, com as reações redox ou reações de oxirredução que apresentam similarmente a transferência de elétrons.

O estudo das reações redox tem imensa importância em diversos processos industriais, químicos e bioquímicos, além de propiciar o entendimento da geração de eletricidade em reações químicas e a análise de reações através da medida de propriedades elétricas (ATKINS, 2017).

Uma **célula eletroquímica** é caracterizada por possuir dois **eletrodos**, ou condutores metálicos, em contato com um **eletrólito**, um condutor iônico. Um eletrodo e o eletrólito, em contato, constitui o **compartimento eletródico** (ATKINS, 2017).

Figura 01: Sistema de reação de eletrólise.



Fonte: Sperohope, 2023.

A **figura 01** ilustra o processo químico nas células eletrolíticas, nela é possível visualizar a movimentação dos íons na solução do eletrólito, onde os cátions deslocam-se para o eletrodo negativo (cátodo) e ânions movem-se para o eletrodo positivo (ânodo). A fonte externa força a movimentação dos elétrons no sentido do ânodo para o cátodo e desta forma promovendo a ocorrência de reações redox não espontâneas.

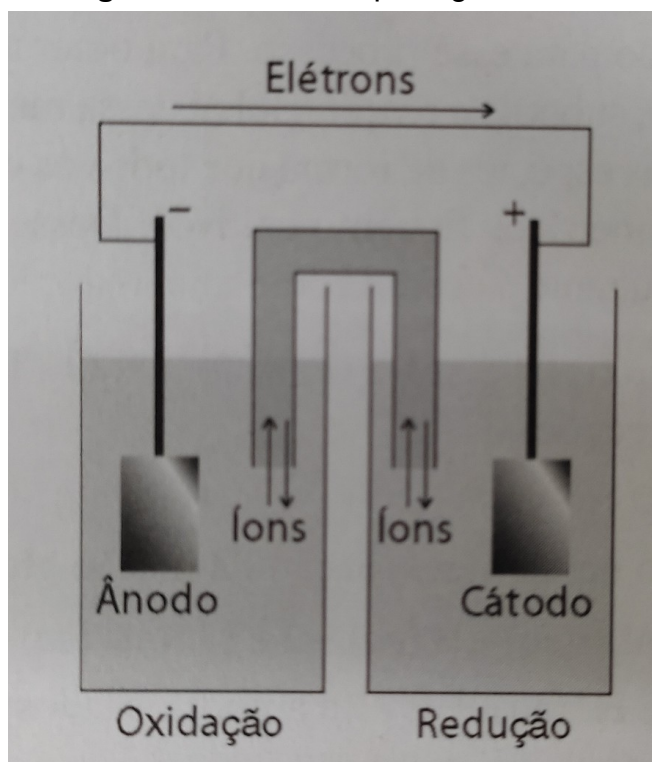
4.1.1 Tipos de células eletroquímicas

Existem dois tipos de células eletroquímicas: as **pilhas galvânicas** que produzem eletricidade com o resultado de reações espontâneas que ocorrem dentro delas e as **células eletrolíticas** na qual uma reação não espontânea é induzida por uma fonte externa (ATKINS, 2017).

Nas pilhas ou células galvânicas, representadas na **Figura 02**, os elétrons circulam do eletrodo ânodo ao eletrodo cátodo. Os elétrons são liberados na(s)

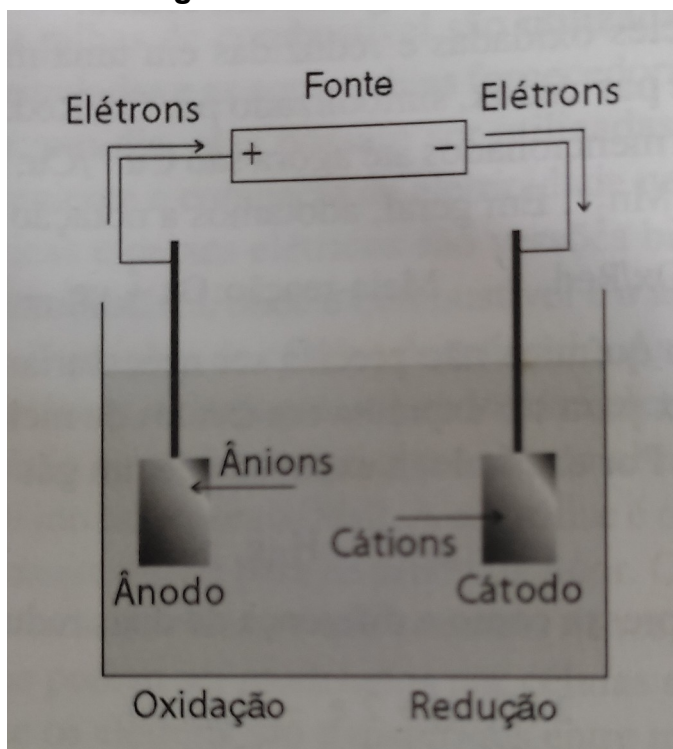
reação(ões) de oxidação para serem consumidos na(s) reação(ões) de redução. A neutralidade elétrica da célula é conservada em razão do fluxo de íons em seu interior através da ponte salina (ATKINS, 2017).

Figura 02: Célula ou pilha galvânica.



Fonte: ATKINS, 2017.

A figura 03 ilustra uma célula eletrolítica, neste sistema o fluxo de elétrons é forçado por uma fonte externa para o cátodo onde ocorre a reação de redução e simultaneamente retira elétrons do ânodo onde acontece a reação de oxidação. Os cátions migram em direção ao eletrodo carregado negativamente (cátodo) e os ânions migram em direção ao outro eletrodo carregado positivamente (ânodo). Geralmente, uma célula eletrolítica consiste em apenas um compartimento (ATKINS, 2017).

Figura 03: Célula eletrolítica.

Fonte: ATKINS, 2017.

4.2 DIFICULDADES NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA

É comum, na educação básica, os estudantes terem dificuldade em solucionar exercícios contextuais de eletroquímica, até mesmo quando são capazes de resolver atividades com algoritmos e cálculos na Química ou em outra disciplina (VENTURE, 2021). Por ser um conteúdo amplo, complexo e de grande importância, deve-se ter maior atenção na forma de lecioná-lo. Para que os alunos compreendam a eletroquímica em sua completude, ou ao menos alcancem um domínio razoável, é importante que os professores fiquem atentos a certas dificuldades recorrentes.

Segundo Österlund; Ekborg, (2009 apud KLEIN e BRAIBANTE, 2016) “Três importantes dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes descritas em algumas pesquisas são: 1) dificuldade em compreender a oxidação e a redução como reações complementares; 2) dificuldade em identificar os agentes oxidantes e redutores (De Jong; Treagust (2002 apud KLEIN e BRAIBANTE, 2016); 3)

compreensão que reações redox são definidas como perda e ganho de oxigênio (Österlund; Ekborg, 2009 apud KLEIN e BRAIBANTE, 2016).

Devido a tais dificuldades e outras que posteriormente podem surgir faz-se necessário a utilização de sequências didáticas que possam contribuir para melhor compreensão do conteúdo, contemplando aulas práticas e teóricas.

4.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais no ensino e aprendizagem de ciência são classificadas em três tipos: **atividade de verificação, de demonstração e de investigação:**

4.3.1 Experimentação Investigativa

Na modalidade de experimentação investigativa, os educantes, durante todo o processo, participam de forma ativa. Possui como maior diferencial em comparação com as abordagens mais tradicionais de experimentação (demonstrativa e de verificação) o não fornecimentos de roteiros para a resolução de um problema automaticamente (OLIVEIRA, 2010).

4.3.2 Experimentação demonstrativa

As práticas experimentais do tipo demonstrativas são aquelas nas quais o docente realiza o experimento enquanto os alunos apenas observam os fenômenos ocorridos e são, geralmente, aplicada para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos trabalhados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos (OLIVEIRA, 2010).

4.3.3 Experimentação de verificação

Estas atividades são destinadas, como o próprio nome sugere, a verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Na experimentação, necessita-se conhecimentos prévios dos conteúdos abordados, geralmente trabalhados em aulas expositivas anteriores, para que os resultados sejam facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos sejam conhecidas pelos alunos. No entanto, constitui-se como essencial estimular os estudantes a utilizarem conceitos científicos para interpretar os parâmetros que determinam o comportamento dos acontecimentos observados (OLIVEIRA, 2010).

5 METODOLOGIA

Os levantamentos de pesquisas foram baseados nos estudos exploratórios e descritivo com abordagem qualitativa. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 70):

[...] A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

5.1. IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE INTERVENÇÃO

O presente projeto foi aplicado em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. Na **Figura 04**, tratando-se especificamente o currículo do Ensino Médio do Estado de Pernambuco, fica evidente a importância pedagógica de tais conteúdos, sendo reservados para o 1º bimestre do 3º ano do Ensino Médio:

Figura 04 - Conteúdos relacionados aos processos de oxidação e redução.

3º ANO DO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA - 1º BIMESTRE		
CAMPOS OU EIXOS	CONTEÚDOS	Expectativas de Aprendizagem
EIXO TEMÁTICO I	Processos de oxidação e redução	EA65 - Reconhecer processos de oxidação e redução no cotidiano.
		EA66 - Identificar o número de elétrons envolvidos nos processos de oxidação e redução e a atribuição do número de oxidação das espécies químicas.
		EA67 - Identificar espécies químicas presentes em transformações de oxidação e redução.
		EA68 - Classificar os processos químicos, como oxidação ou redução, de acordo com a variação de carga elétrica das espécies.
		EA69 - Relacionar a carga dos íons à relação entre o número de prótons e elétrons.
		EA70 - Relacionar o movimento de elétrons e de íons com a condução de corrente elétrica.
		EA71 - Identificar os metais e ametais, respectivamente, como doadores e receptores de elétrons.
		EA72 - Diferenciar potencial de oxidação e redução.
		EA73 - Diferenciar processos espontâneos ou não espontâneos por meio da diferença de potencial nos processos de oxirredução.
		EA74 - Representar as reações eletroquímicas, tanto as semirreações como a reação global por meio de equações.
EA75 - Identificar o potencial de oxidação e redução das espécies químicas, medido em eV ou Volt.		
EIXO TEMÁTICO I	Processos de oxidação e redução	EA76 - Compreender os procedimentos utilizados para efetuar cálculos de força eletromotriz de pilhas.
		EA77 - Calcular a força eletromotriz gerada durante o funcionamento de uma pilha.
		EA78 - Identificar os polos positivo e negativo, como catodo e anodo, respectivamente.
		EA79 - Reconhecer as transformações químicas não espontâneas, que ocorrem pela passagem de corrente elétrica por um sistema.
		EA80 - Compreender o princípio de funcionamento de uma pilha eletroquímica.
		EA81 - Consultar tabelas de potencial eletroquímico, para fazer previsões sobre a ocorrência das transformações.
		EA82 - Conhecer os constituintes das pilhas e das baterias mais utilizadas e o seu funcionamento.
		EA83 - Compreender o processo de eletrólise utilizado na obtenção de alumínio e de outros metais, a partir de aplicações tecnológicas, como cromação, galvanização etc.
		EA84 - Reconhecer o impacto ambiental gerado pelos processos de obtenção de metais e de descartes de pilhas e baterias.

Fonte: [Conteúdos de Química_EM.cdr \(educacao.pe.gov.br\)](http://Conteúdos de Química_EM.cdr (educacao.pe.gov.br))

A instituição de ensino escolhida foi uma escola estadual localizada na região metropolitana do Recife-PE. As razões que levaram a selecionar a escola foram: a proximidade do bairro onde o pesquisador da UFRPE reside e por ter habitantes familiarizados com fenômenos de corrosão de metais pela maresia em razão da proximidade de regiões de manguezais.

5.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados a partir das respostas das questões norteadoras, durante o primeiro encontro e pela análise das produções textuais entregues do final da sequência didática. Utilizou-se também anotações feitas pelo pesquisador de interações e diálogos entre alunos, professor e pesquisador.

5.3 ÉTICA NA PESQUISA

No contato inicial com o campo de intervenção, foi assegurado o anonimato dos participantes da pesquisa assim como o sigilo dos dados coletados durante a perquirição.

5.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática (SD) foi realizada em quatro etapas em aulas geminadas de 1h40min durante três semanas. No primeiro contato com os participantes da pesquisa, foi esclarecida a natureza das atividades realizadas durante as aulas seguintes informando a não influência das atividades na nota da disciplina e garantido o anonimato e sigilo dos dados obtidos. Segue abaixo a descrição das etapas da pesquisa:

Primeira etapa – apresentação da problemática e sondagem das concepções prévias;

Segunda etapa – aulas expositivas dialogadas;

Terceira etapa – construção de células eletroquímicas;

Quarta etapa – Experimentação como uma alternativa para resolução da problemática.

Na **primeira etapa**, o professor fez a proposição do enunciado do problema:

Um estudante residente de uma cidade litorânea gostaria de adquirir uma bicicleta. Depois de pesquisar em sua região, interessa-se por duas constituídas de materiais diferentes, uma de aço inoxidável e a outra de aço carbônico. Tendo em vista sua vulnerabilidade econômica, a bicicleta adquirida não poderá ser substituída em um curto período de tempo.

A partir da situação apresentada, foi solicitado que os alunos se organizassem em grupos de quatro alunos, totalizando seis grupos: GA, GB, GC, GD, GE e GF, e respondessem às seguintes **perguntas norteadoras**:

1. Qual fenômeno ocorreu com os pregos? E como ele ocorre numa perspectiva química?

2. Qual bicicleta ele (o estudante) deveria comprar? Justifique sua resposta.

Em seguida, o docente realizou um experimento demonstrativo:

Durante o final da aula, utilizando-se um uma garrafa plástica de 500mL cortada como recipiente e 4 pregos (2 de aço carbônico e 2 de aço inoxidável) com um de cada tipo pintado a óleo e os demais sem pintura, o professor adicionou os pregos no recipiente contendo uma solução aquosa saturada com sal de cozinha. Após uma semana, na próxima etapa, a turma observou o resultado.

Ao final da construção do experimento, o professor iniciou a introdução do conteúdo com aulas expositivas dialogadas que foi continuada na aula seguinte.

Na **segunda etapa**, após os estudantes observarem os pregos expostos a solução salina durante o período supracitado, o professor retomou a exposição aos estudantes dos conteúdos e conceitos químicos, neste momento, relacionados ao experimento. Esta etapa foi realizada através de aulas expositivas dialogadas.

Na **terceira etapa**, cada grupo de quatro integrantes construiu fora da escola, a partir de encontros nas residências dos alunos, células eletroquímicas com materiais de baixo custo encontrados em casa e cada grupo produziu um relato descrevendo seu trabalhos.

Dentre as orientações passadas na segunda etapa da SD, foi solicitado aos estudantes que abordassem os conceitos e os aspectos científicos referentes ao que foi visto na segunda etapa desta SD na elaboração do relato do experimento. O pesquisador e, em alguns momentos, o professor mediarão as construções dos grupos através do aplicativo *whatsapp* para sanar dúvidas.

Por fim, a **quarta etapa** consistiu na apresentação dos grupos de células eletroquímicas construídas. Após as apresentações, o professor e o pesquisador comentaram sobre as construções e seus fundamentos químicos. No término do seminário, foram entregues os relatos elaborados.

A análise das produções textuais e as resoluções das questões da primeira etapa serviram de dados para avaliar a contribuição da SD desenvolvida para o avanço dos conhecimentos prévios dos estudantes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CLASSIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES

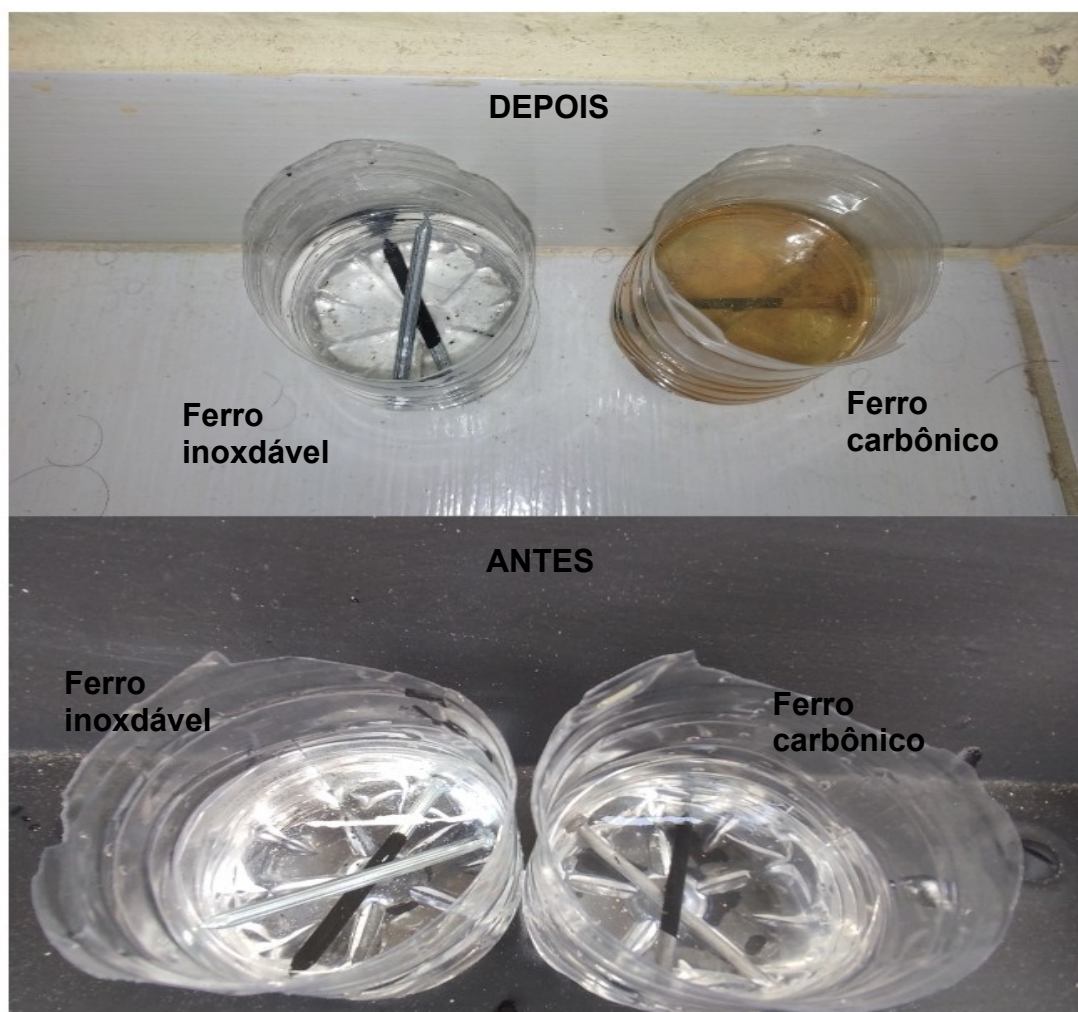
Após a turma visualizar os efeitos causados aos pregos imersos na solução salina, durante a segunda aula da sequência didática, cada grupo respondeu ao questionário sem consulta às fontes de conhecimento e com suas próprias concepções iniciais.

Durante esta etapa, percebeu-se dificuldades em descrever o fenômeno a partir de uma perspectiva química. Esta complicação, durante a sondagem das concepções iniciais, é compreensível devido ao fato dos estudantes não serem familiarizados com os conceitos e conteúdo pertinentes.

Na **Figura 05**, pode-se visualizar a corrosão dos pregos feitos com ferro carbônico depois de sete dias em solução salina com sal de cozinha (NaCl) e, na mesma imagem, percebe-se pouca alteração nos pregos compostos por aço inoxidável durante o mesmo período e imerso em solução similar.

Além disso os estudantes puderam observar a pouca oxidação dos pregos na região pintada. A partir destes resultados, os alunos buscaram explicações para os diferentes estados dos pregos submetidos em situações similares.

Figura 05: Resultado do experimento demonstrativo.



Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

A Análise Textual (AT) dos dados iniciais, referentes ao questionário da primeira aula, através da Epistemologia do Conhecimento culminou em duas categorizações, a saber, Conhecimento Científico e Conhecimento do Senso Comum. O **Quadro 04** sistematiza e exemplifica as categorias e subcategorias dos dados obtidos.

A primeira categoria foi dividida em duas subcategorias: a de conceitos eletroquímicos onde foi salientado a utilização de termos pertencentes à Química e a de Proteção do metal por revestimento.

A segunda categoria referente aos conhecimentos de senso comum desdobrou na subcategoria de atribuição de características de microrganismos a um processo eletroquímico.

Quadro 04: Categorização das concepções iniciais.

Categoria	Subcategoria	Exemplos de unidades
Conhecimento Científico	Conceitos da eletroquímica	“...enquanto que os [pregos] de inox não sofrem corrosão...”
	Proteção do metal por revestimento	“A tinta impede o contato do metal com a solução iônica de sal de cozinha..”
Conhecimento do Senso Comum	Atribuição de fatores biológicos à corrosão dos metais	“...a tinta protege o metal do fungo da água...”

Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

Depois dos alunos observarem e responderem ao questionário prosseguiu-se com o planejado na sequência didática. Em seguida os grupos, organizados fora da escola, dedicaram-se em construir células eletroquímicas.

6.2 ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DE INVESTIGAÇÃO

Durante o período destinado para a construção das células eletrolíticas, os participantes da pesquisa foram livres para escolher o tipo e os materiais das células. Em razão das aulas de Químicas serem semanais, os alunos ficaram 15 dias sem contato presencial com o pesquisador e professor.

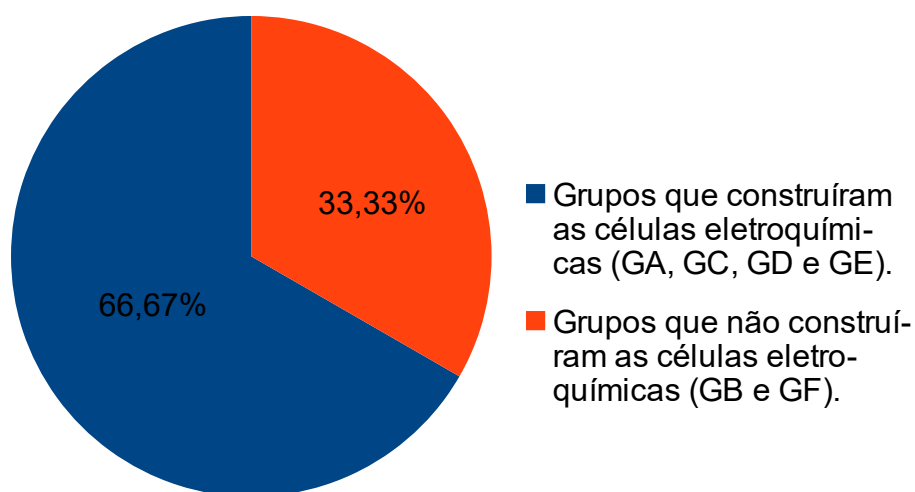
Este período de aula assíncrona teve ganhos e perdas para o processo educativo. Se por um lado a maioria dos grupos utilizaram o tempo fora da sala de

aula para se engajar na realização da atividade, por outro lado dois grupos não construíram as células eletrolíticas como solicitado, para além disso, uma equipe sequer entrou em contato durante a semana.

O **Gráfico 01** mostra que apenas 4 dos 6 grupos – GA,GC,GD e GE - entregaram a atividade solicitada. No planejamento inicial de como se daria a construção das células, o professor e o pesquisador do projeto disponibilizaram seus contatos de *whatsapp* e e-mails. A maioria dos grupos mostraram interesse na medida que contaram com o professor para solucionar dúvidas pertinentes ao trabalho.

As perguntas feitas pelos grupos, durante o período de construção das células eletrolíticas, variaram entre a busca de orientações práticas de como construir a dúvidas em relação aos conteúdos e conceitos abordados pelo professor durante as aulas expositivas.

Gráfico 01: Proporção de engajamento.

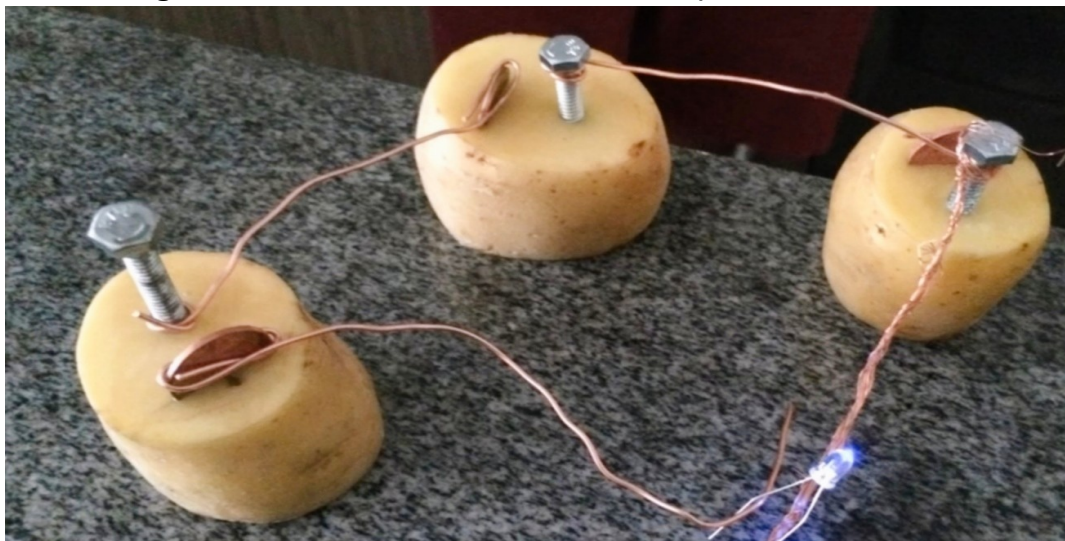


Fonte: elaborado pelo AUTOR, 2023.

Entre os grupos que construíram as células, destaca-se o grupo A que mostrou satisfatório domínio do conteúdo. A utilização de termos específicos da área, não vistos na sondagem das concepções prévias, como elétrons e eletrodos de acordo como atual conhecimento científico são indícios de uma aprendizagem.

Na **Figura 06**, é possível observar a construção do GA, utilizando batatas como eletrólito, parafusos de zinco e moedas de cobre como eletrodos, conseguiu construir três pilhas galvânicas ligadas em série através de fios condutores e com a corrente gerada pelo sistema pode acender um LED conectado na extremidade do circuito.

Figura 06: Célula eletrolítica construída pelo GA.



Fonte: Elaborado pelo AUTOR, 2023.

6.3 ANÁLISE DOS RELATOS CONSTRUÍDOS AO FINAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Durante as apresentações ficou nítido a utilização de termos e conceitos químicos não vistos durante a etapa inicial como, a título de exemplo, **elétron**, **eletrólitos**, **cátodo e ânodo**. Apesar de ser visível o pouco domínio teórico do conteúdo, todos os grupos, que construíram as células, apresentam para a turma suas produções.

Durante todas as apresentações, ficou evidente o emprego do conceito de **elétron**. O GA demonstrou o entendimento do fluxo de elétrons em células eletroquímicas e salientou que os efeitos observados em metais oxidados e a energia produzida por pilhas são provenientes do trânsito de elétrons.

O GC na apresentação de sua célula citou o conceito de **potencial de redução** de metais abordando as diferentes reatividades dos metais, comparando o

ferro com o alumínio, desta forma, trouxeram uma nova explicação para o experimento demonstrativo realizado no início da SD.

Somado a isso, destaca-se que quase não houve o emprego de conhecimentos do senso comum contrários ao saber científico tradicional. Entretanto, os estudantes demonstraram nas explicações domínio superficial em relação aos conceitos importantes na eletroquímica como elétron e reações de oxirredução.

Ainda durante o seminário, em meados da apresentação do GD, os integrantes do grupo apontaram como sinônimos os conceitos de **elétron** e **ânion**, possivelmente, este mal entendimento surgiu em razão de ambas as partículas serem carregadas negativamente e coexistirem durante as reações nas células eletroquímicas.

Os grupos que não construíram as células protestaram contra o método de ensino utilizado. Argumentaram que não foram adequadamente orientados e compararam a atual metodologia adotada nesta pesquisa com experimentos realizados anteriormente com o professor. Um integrante do grupo B questionou ao pesquisador: “Não fizemos o que você pediu porque não tínhamos o roteiro do experimento. Porque você não nos enviou?” expressando apego as abordagem de experimentação mais tradicionais.

7 CONCLUSÕES

Durante a execução da proposta didática, ficou evidente os conhecimentos iniciais dos estudantes pertinentes ao conteúdo abordado e a possibilidade da atuação docente utilizar tais concepções para auxiliar de forma mais eficaz a construção de novos conhecimento, ao contrário da modalidade tradicional que ignora as experiências e os conhecimentos adquiridos ao longo da vida do aluno.

Deve-se salientar o preparo do professor em reconhecer quais conhecimentos prévios devem ser modificados e quais podem coexistir com o saber clássico do livro didático. Ao mesmo tempo em que o profissional docente deve buscar aprendizagem dos conceitos e conteúdos na educação formal, deve também respeitar a individualidade e subjetividade de cada cidadão presente na sala de aula.

Foi solicitado, durante as apresentações, quais foram as fontes de informações para a construção das células eletrolíticas. Todos os grupos pesquisaram na *internet* construções na área pertinente (eletroquímica) dando prioridade as quais utilizavam recursos encontrados com facilidade no dia a dia. Os canais de informação consultados foram sites encontrados no Google e canais do YouTube.

O fato de que dois dos seis grupos não construíram as células eletrolíticas, pode ser explicado pelo grau de liberdade dado aos alunos na metodologia da experimentação investigativa sem que se estimule o posicionamento como indivíduo ativo. Abordagens de ensino que trabalham com estudantes como sujeitos livres têm a necessidade do comprometimento dos mesmos, pois caso contrário, não faz sentido prosseguir com as atividades didáticas.

Somado a isso, em razão do pesquisador ser um indivíduo estranho e dotado, a partir da percepção dos alunos, de *status* semelhante ao do professor na sala de aula, pode ter constrangido os alunos ou influenciado negativamente de alguma outra forma no processo educativo.

Há ainda, além das razões citadas anteriormente, um forte fator do não engajamento de parte da turma: a atividade não valeu pontos na média da disciplina.

Docentes experientes muitas vezes já estão familiarizados com a necessidade de estimular a participação relacionado a atribuição de pontos na nota dos alunos. A inexperiência do pesquisador como professor pode ter contribuído para a atuação não apropriada.

Em geral, todos utilizaram o termo **eletrodo**, **eletrólito** e **corrente eletrônica** ou **corrente de elétrons** nas apresentações. Alguns tiveram dificuldades de assimilar a relação direta entre os conceitos, por exemplo, um integrante do GC afirmou: “os elétrons saem do ânodo e para o fio e o cátodo ganha elétron do eletrólito”. Demonstra-se no trecho transcrito o não entendimento de que quando um eletrodo transfere elétrons, necessariamente, outro deve recebê-los.

Perante os resultados desta pesquisa, nota-se substituições e complementações de concepções iniciais relacionadas à eletroquímica. Inicialmente, alguns estudantes pensavam que a ferrugem era um fenômeno biológico e, no final da sequência didática manifestaram um entendimento da natureza química do fenômeno em questão. Já outros grupos acreditaram que a eletricidade das células feitas de batatas provinha das próprias batatas, apesar de não saberem como ocorre o processo.

Pode-se salientar também que nas apresentações, etapa final da SD, alguns grupos conseguiram elucidar o processo a partir da transferência de elétrons. A sequência didática proposta neste trabalho, portanto, tem potencialidades positivas no processo de ensino e aprendizagem em aulas de Química, na medida em que o docente pode abordar ou retomar conteúdos e conceitos pertinentes à eletroquímica em diferentes momentos e assim facilitar a aprendizagem dos estudantes.

Entretanto, constitui-se como ponto negativo, desta pesquisa, a demanda de muitas aulas. No geral, os calendários das escolas de educação básica reservam pouco tempo as aulas de Química, desta forma dificulta (ou até mesmo impossibilita) a aplicação de propostas semelhantes a deste trabalho.

Deve-se ser respeitado, em futura aplicação da SD proposta neste trabalho, as individualidades e subjetividades de cada turma assim como o contexto no qual a escola está inserida, pois, muito provavelmente, pode-se obter resultados diferentes dos alcançados nesta pesquisa.

Além disso, deve-se salientar o fato de que os professores não dispõem de fórmulas universais de como atuarem em âmbitos tão diversos e complexos, como são as salas de aula na educação básica no Brasil.

8 REFERÊNCIAS

- ADAMS, Fernanda W.; Nunes, Simara Maria T.. A Contextualização da Temática Energia e a Formação do Pensamento Sustentável no Ensino de Química. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, BR Vol. 44, N° 2, p. 137-148, maio 2022. Disponível em: [06-ODS-64-21.pdf \(sbq.org.br\)](https://sbq.org.br/06-ODS-64-21.pdf) Acesso em: 22 de ag. 2022.
- ATKINS, P. W.; DE PAULA, J. **Físico-Química**. 10. ed. Val. 1. Tradução de Edilson Ciemente da Silva et al. Editora Gen/LTC, 2017.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, jun . 2003.
- BRAIBANTE, M. E. F.; KLEIN S. G. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens, **Química Nova na Escola**, 2016. Disponível em: [07-CCD-112-15.pdf \(sbq.org.br\)](https://sbq.org.br/07-CCD-112-15.pdf) Acesso em: 10 de set. de 2022.
- CÉLULA ELETROLÍTICA: PEÇAS, COMO FUNCIONA E APLICAÇÕES. **Sperohope**, 2023. Disponível em: [CÉLULA ELETROLÍTICA: PEÇAS, COMO FUNCIONA E APLICAÇÕES - QUÍMICA - 2023 \(sperohope.com\)](https://sperohope.com/CÉLULA-ELETROLÍTICA-PEÇAS-COMO-FUNCIONA-E-APLICAÇÕES-QUÍMICA-2023). Acesso em: 17 de ag. 2023.
- FLAGAL, V..H *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, BR. Vol. 33, N° 4, 216-222, Nov. 2011. Disponível em: Acesso em: [216-RSA-8910.pdf \(sbq.org.br\)](https://sbq.org.br/216-RSA-8910.pdf) Acesso em: 22 de ag. 2022.
- Moraes, R.; Galiuzzi, M. C .. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: Acesso em: [artigo 6 \(semanticscholar.org\)](https://semanticscholar.org/artigo/6) Acesso em: 22 de ag. 2022.
- OLIVEIRA, J. R. S. de. **A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de química**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.3, n.3, p. 25-45, nov. 2010. Disponível em: [A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química | Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia \(ufsc.br\)](https://ufsc.br/A-perspectiva-socio-historica-de-Vygotsky-e-suas-relacoes-com-a-pratica-da-experimentacao-no-ensino-de-Quimica-Alexandria-Revista-de-Educacao-em-Ciencia-e-Tecnologia) . Acesso em: 18 mar. 2022.

FREIRE, Paulo. **Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho D'Água, 1997.

PERNAMBUCO. CONTEÚDOS DE QUÍMICA POR BIMESTRE PARA O ENSINO MÉDIO COM BASE NOS PARÂMETROS CURRICULARES DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Secretaria de Educação**, 2020. Disponível em: [Conteúdos de Química_EM.cdr \(educacao.pe.gov.br\)](https://educacao.pe.gov.br/Conteudos-de-Quimica-EM.cdr). Acesso em 10 de set. de 2022.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, C. E. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul – Brasil: Editora Freevale. 2013. 277.

SANTOS, P. *et al.* Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, BR. Vol. 40, n. 4, p. 258-266, nov. 2018. Disponível em: [06-RSA-34-17.pdf \(sbq.org.br\)](https://sbq.org.br/06-RSA-34-17.pdf) Acesso em: 26 de jul. 2022.

VENTURE, G.; JUNCKES, E. S.; MARTIN, M., G. M., B.; OLIVEIRA, B., R., M. Dificuldades de ingressantes de um curso de licenciatura em química sobre conceitos da eletroquímica: um desafio para o ensino superior. **Quím. Nova**. Vol. 44, No. 6, 766-772, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/RPXMxtCdzxtJnnTGzJ9zwqz/>. Acessado em 23 de ag. de 2023.