

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL
CÂMPUS FELIZ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

Yuri Deicke

**EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA:
COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS DEMONSTRATIVA E
INTERATIVA-INVESTIGATIVA.**

**Feliz
2023**

Yuri Deicke

**EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA:
COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS DEMONSTRATIVA E
INTERATIVA-INVESTIGATIVA.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado Química.

Orientador(a): Prof.(a) Alessandra
Smaniotto

Feliz
2023

Yuri Deicke

**EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA:
COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS DEMONSTRATIVA E
INTERATIVA-INVESTIGATIVA.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado Química.

Orientador(a): Prof.(a) Alessandra
Smaniotto

Aprovado em: 11/ Dezembro/ 2023.

Aprovado em 11 de Dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Alessandra Smaniotto

Prof. Dr. Francisco Cunha da Rosa

Prof. Dr. Cleonei Antonio Cenci

Dedico este trabalho a minha noiva, a toda minha família, ao irmão que a vida me deu (Giovani de Azevedo Andrade) e aos meus professores, em especial Francisco Cunha da Rosa e Alessandra Smaniotto.

AGRADECIMENTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, tem a participação de pessoas muito especiais na minha vida que foram muito importantes para esta jornada acadêmica estar se concluindo, por isso meus agradecimentos.

Agradeço incansavelmente a minha família, que nunca mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso, sempre questionando o que estaria faltando ou como eles poderiam me auxiliar. Agora realizo o sonho de meus pais com muito orgulho, de ser o filho mais novo a concluir uma formação acadêmica podendo, os mesmos, ter os dois filhos formados, uma em matemática e o outro, neste caso eu, em licenciatura em química.

À minha noiva que está ao meu lado sempre me ajudando no que for preciso e me dando forças em todos os momentos. Agradeço por ter alguém ao meu lado que me apoie e que acredita em mim, disposta a fazer a diferença junto comigo.

À minha orientadora, Alessandra Smaniotto, pelo acolhimento e ensinamentos, além de muita parceria e carinho. Você é uma mulher forte, aguerrida, disposta a fazer a diferença no mundo, principalmente para a educação, você é um exemplo para mim, muito obrigado por tudo.

Às minhas colegas Maria Julia, Maysa e Marina, que estiveram desde o início do curso comigo, me auxiliando no que fosse preciso. E em especial ao meu colega de faculdade, de serviço, irmão que a vida me deu, Giovani de Azevedo Andrade, que está comigo a qualquer momento em qualquer ocasião, me apoiando, ajudando, amparando, sem contar nas muitas risadas, muito obrigado por tudo parceiro.

Aos meus professores pelo trabalho esplêndido na construção de meu conhecimento e também por me estimular a me tornar o que sou hoje. Os conhecimentos de todos vocês são infinitos e espero algum dia chegar perto do que vocês fazem hoje. Em especial ainda cito o professor Francisco Cunha da Rosa, coordenador do curso de licenciatura em química, que acreditou em mim desde o início, ainda nas primeiras aulas olhou para mim e disse: "Tu tens um olhar diferente, um olhar de quem quer e procura aprender". Uma pessoa esta que vou levar para a vida como exemplo de pessoa, de professor e como irmão.

Agradeço também ao IFRS Campus Feliz, que me proporcionou não só uma formação majestosa, mas também ensinamentos diversos que vou levar para o resto de minha vida. Muito obrigado e que sigas fazendo a diferença na vida de seus estudantes.

RESUMO

O ensino contextualizado, aliando a prática com a teoria, agrega na formação do educando de forma a lhe oferecer ferramentas para resolver situações-problema. No ensino de química, em especial, as atividades de cunho experimental são uma estratégia didática que pode beneficiar diferentes estilos de aprendizagem. O uso da experimentação como ferramenta para o ensino pode ser conduzido de diversas formas, variando desde o local de aplicação, um laboratório ou a sala de aula, até o modo como essa estratégia é aplicada. Com essa amplitude de possibilidades, este trabalho vem para proporcionar discussões sobre o uso da experimentação no ensino de eletroquímica comparando duas abordagens, a demonstrativa e a interativa-investigativa, na tentativa de avaliar, de forma qualitativa, o seu efeito sobre o processo de construção do conhecimento dos estudantes. Este trabalho propõe experimentos relacionados com a eletroquímica que foram construídos utilizando materiais de baixo custo e que podem ser realizados em espaços escolares diversos, não necessitando de aparatos específicos para sua aplicação. A aplicação foi realizada em um curso Técnico em Informática de uma escola estadual, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Com a análise dos dados obtidos a partir das ferramentas de avaliação diagnóstica aplicadas, na forma de pré e pós-testes, foi possível identificar algumas diferenças entre as abordagens trabalhadas, juntamente com observações realizadas durante a aplicação de cada intervenção. Ainda, foi possível obter a opinião dos alunos a respeito do uso da experimentação no ensino de química em relação a cada abordagem.

Palavras-chave: Eletroquímica; Ferramenta didática; Experimentação; Investigação.

ABSTRACT

Contextualized teaching, combining practice with theory, contributes to the student's education by providing tools to solve problem situations. In chemistry education, particularly, experimental activities serve as a didactic strategy that can benefit diverse learning styles. The use of experimentation as a teaching tool can be approached in various ways, ranging from the place of application, whether a laboratory or classroom, to the manner in which this strategy is implemented. With this breadth of possibilities, this work aims to foster discussions about the use of experimentation in electrochemistry teaching by comparing two approaches: demonstrative and interactive-investigative, attempting to qualitatively evaluate their effect on students' knowledge construction process. This work proposes experiments related to electrochemistry constructed using low-cost materials, feasible to be conducted in various school settings without requiring specific apparatus for application. The application was carried out in a Computer Technician course at a state school, with 2nd year of High School. By analyzing data obtained from diagnostic evaluation tools in the form of pre- and post-tests, it was possible to identify some differences between the approaches used, along with observations made during the application of each intervention. Furthermore, it was possible to gather students' opinions regarding the use of experimentation in chemistry teaching concerning each approach.

Keywords: Electrochemistry; Didactic tool; Experimentation; Investigation.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PNC	Parâmetros Curriculares Nacionais
NOX	Número de Oxidação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Materiais utilizados para o experimento de pilha.	26
Figura 2 - (a) fabricação dos terminais da fonte e (b) materiais utilizados na construção dos terminais.	27
Figura 3 - Realização do experimento de eletrólise na abordagem interativa- investigativa.	28
Figura 4 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 7 questões do pré-teste.	33
Figura 5 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 13 questões do pós-teste.	39
Figura 6 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 7 questões do pré-teste.	41
Figura 7 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 12 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 13 questões do pós-teste.	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Respostas seleccionadas das questões 1, 2 e 3 do pré-teste.....	30
Quadro 2 - Questões 4,5 e 6 do pré-teste.....	31
Quadro 3 - Questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do pós-teste.....	34
Quadro 4 - Questões 8, 9 e 10 do pós-teste.....	38
Quadro 5 - Questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do pós-teste GRUPO B.....	42
Quadro 6 - Questões 8, 9 e 10 do pós-teste GRUPO B.....	45

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.1	GERAL.....	15
1.1.2	ESPECÍFICOS.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1	A BNCC e o ensino contextualizado.....	16
2.2	A experimentação como estratégia didática	17
2.2.1	As diferentes abordagens da experimentação no ensino	19
2.2.2	A importância da experimentação no ensino de química	21
2.3	Desafios no ensino de eletroquímica	22
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
3.1	Método escolhido e justificativa	25
3.2	Coleta de dados e público-alvo.....	25
3.3	Sistemas experimentais.....	26
3.4	Análise dos dados.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Resultados do pré-teste.....	29
4.2	GRUPO A: abordagem demonstrativa.....	32
4.2.1	Resultados do pré-teste	33
4.2.2	Resultados do pós-teste.....	34
4.2	GRUPO B: abordagem interativo-investigativa.....	40
4.2.1	Resultados do pré-teste	41
4.2.2	Resultados do pós-teste.....	41
4.3	Comparação entre os grupos A e B.....	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
6	REFERÊNCIAS	52
7	APÊNDICES	57
7.1	APÊNDICE I – PRÉ TESTE.....	57
7.2	APÊNDICE II – AULA DEMONSTRATIVA	58
7.3	APÊNDICE III – AULA INTERATIVA-INVESTIGATIVA.....	62
7.4	APÊNDICE IV – PÓS TESTE	69

1 INTRODUÇÃO

Para se obter um conhecimento específico é preciso passar por um processo chamado de aprendizagem, o qual pode ocorrer de inúmeras formas atingindo o objetivo principal do processo, aprender sobre determinado assunto. Para Carter (2000), não há um jeito certo de aprender ou uma melhor maneira. Na verdade, existem vários estilos que irão variar de acordo com as situações. Para cada indivíduo, este estilo de aprendizagem irá mudar e este é o primeiro passo para conhecer quem ele é. Deste modo, com o uso e diversificação de ferramentas pedagógicas pode se alcançar mais indivíduos com diferentes estilos de aprendizagem, beneficiando cada vez mais as diferentes formas de se aprender (CARTER, 2000).

Podemos trazer, neste sentido, a experimentação como uma estratégia didática que irá deslocar o aluno da condição de “ouvinte/observador” para uma posição de aprendiz ativo, crítico, capaz de correlacionar seu cotidiano com as teorias estudadas (SILVA, 2016). O uso da experimentação no ensino de química se torna um ‘destruidor’ de barreiras na aprendizagem, facilitando o entendimento da teoria.

Neste sentido, existem diferentes formas de usar a experimentação no ensino-aprendizagem, dentre elas destacam-se as abordagens demonstrativa e a interativo-investigativa. A primeira remete ao professor executando o experimento de forma demonstrativa enquanto o relaciona com o conteúdo. Na abordagem interativo-investigativa, por outro lado, os alunos deixam de ser observadores e viram os “protagonistas” na construção do conhecimento, já que o próprio aluno realiza o experimento com o professor atuando como mediador, auxiliando nas discussões.

Com isso, a proposta deste trabalho envolve o uso da experimentação no ensino do conteúdo de eletroquímica. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos, assim como compreender seus princípios, são habilidades a serem desenvolvidas que tem relação com a eletroquímica. Sendo assim, neste estudo foram construídos dois experimentos associados à eletroquímica. O primeiro contou com a construção de um sistema de eletrólise aquosa visando a diminuição do avanço da ferrugem em metais, já o segundo, envolveu a construção de uma pilha. Com essa proposta, os estudantes

puderam comparar a diferença entre reações de oxi-redução espontâneas (pilhas) e as não espontâneas (eletrólise). Estas ferramentas foram construídas, ajustadas e aplicadas utilizando duas abordagens diferentes, a demonstrativa e a interativa-investigativa. Deste modo, o trabalho contempla uma avaliação da utilização da experimentação como ferramenta didática para o ensino de eletroquímica, comparando as abordagens demonstrativa e interativa-investigativa na aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades e competências previstas pela BNCC para o Ensino Médio.

A escolha do tema surgiu a partir de formação prévia do autor (Técnico em Eletrotécnica) que, ao entrar no ensino superior, na área de Licenciatura em Química no IFRS - Campus Feliz, verificou que os assuntos foram cada vez mais se aproximando, até a eletroquímica, onde se correlacionam diretamente. Desse modo, foi possível perceber as possibilidades que esta convergência traz em relação a novas tecnologias aplicadas ao ensino. Junto a isso, se observou em diversos momentos a variedade de experimentos que trabalham esse tema e como eles eram aplicados, instigando desenvolver experimentos e aplicá-los com diversas abordagens. Ainda foi identificado a deficiência de atividades experimentais no ensino médio, pois além de muitas vezes não se dispor de um laboratório ou recursos para produzir tal atividade, os professores também dispõem de pouco tempo para desenvolvê-las. Assim, na temática da eletroquímica direcionada ao Ensino Médio, percebeu-se a possibilidade de usufruir dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação do autor como técnico e licenciado aplicando uma ferramenta didática adaptada em uma abordagem demonstrativa e outra interativa-investigativa, na disciplina de química em um Ensino Politécnico de nível Médio.

Para contemplar este trabalho, será abordado o referencial teórico com uma revisão da literatura referente à temática, os procedimentos metodológicos, incluindo a elaboração das ferramentas utilizadas, desde a construção dos experimentos até a elaboração dos questionários, a análise e discussão dos dados e das observações em relação às intervenções, as considerações finais, as referências e os anexos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GERAL

Avaliar o uso da experimentação como ferramenta didática para o ensino de eletroquímica, comparando as abordagens demonstrativa e interativa-investigativa.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Construir experimentos sobre reações de oxidação-redução espontâneas (pilhas) e não espontâneas (eletrolise) de forma adaptada para cada uma das estratégias (demonstrativa e interativa-investigativa);
- Elaborar planos de aula visando desenvolver o conhecimento dos alunos sobre reações de oxidação-redução espontâneas (pilhas) e não espontâneas (eletrolise) em eletroquímica, relacionando os experimentos e os conteúdos abordados com o cotidiano dos estudantes;
- Dividir a turma em dois grupos e aplicar os planos de aula usando as diferentes estratégias;
- Elaborar e aplicar ferramentas diagnósticas do tipo pré e pós-teste nos dois grupos;
- Auxiliar os estudantes, através das abordagens, na fixação dos conceitos trabalhados, como exemplo das reações de oxidação-redução, de pilhas e eletrolise.
- Proporcionar o acesso à ciência a alunos de escolas sem estrutura de laboratório.
- Compilar e avaliar os resultados em termos de aprendizagem de forma comparativa entre as duas estratégias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo consiste em apresentar uma revisão da literatura a respeito dos principais assuntos relacionados à temática do trabalho, desde a BNCC e a relação com o ensino contextualizado, a experimentação como estratégia didática, tratando também das diferentes abordagens da experimentação no ensino médio e da importância da experimentação no ensino da química. E, para fechar este capítulo, são abordados os principais desafios no ensino-aprendizagem de eletroquímica, tanto para os alunos quanto para os professores.

1.1 A BNCC e o ensino contextualizado

A área da educação pode ser muito ampla, englobando qualidade de ensino e conhecimentos adquiridos que envolvem inúmeras variáveis, tais como a classe social do indivíduo e o meio em que ele vive, que podem tornar o acesso ao ensino de qualidade desproporcional em um país. Em prol de sanar estas divergências educacionais no Brasil, segundo Pires (2022), foi publicada em 2018 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com o objetivo de nivelar a educação escolar, contendo uma base norteadora para aprimorar e levar educação de qualidades a todos. Segundo Branco (2021, p. 60), o planejamento curricular foi alterado:

“[...] Principalmente pela reorganização curricular e pela exclusão dos conteúdos de cada disciplina ou até mesmo pela sua descaracterização, em que os substituem por objetivos de aprendizagens, competências e habilidades, tal como apresenta a BNCC.”

Para uma melhor aprendizagem na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a base traz competências gerais que abordam o trabalho da curiosidade intelectual e da abordagem própria das ciências, incluindo investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade, isso a fim de compreender fenômenos específicos e abordar conhecimentos variados. Em forma de competências, a BNCC traz a correlação do conteúdo com o cotidiano dos estudantes, tornando os conhecimentos dos ambientes não formais importantes para agregação e compreensão destes aprendizados no espaço escolar (BRASIL, 2018). Ainda, a BNCC conta com competências específicas e habilidades que irão direcionar o assunto abordado em cada disciplina, também argumentado por Branco (2021).

Mesmo com normativas e bases como documentos norteadores, nem sempre os objetivos da educação são alcançados. Casagrande (2019) argumenta sobre a importância de se debater sobre a BNCC desde a formação dos professores, nas licenciaturas, pois são os novos licenciados que vão interpretar e colocar em prática esta base educacional. Neste sentido, existem diversas formas de ultrapassar as barreiras que podem surgir, uma delas é o ensino contextualizado. Segundo Ricardo (2003, p. 11), a contextualização é uma forma de dar significado a tudo aquilo que se pretende ensinar ao aluno, ou seja, trazer aspectos da teoria relacionados com o cotidiano dos estudantes.

De Almeida (2018, p. 02-03) traz em seu trabalho um dos objetivos da química em que “o jovem reconheça o valor da ciência na busca do conhecimento da realidade objetiva e insiram no cotidiano”, se referindo mais uma vez ao ensino contextualizado, que “seria educar para a vida”. Quando analisamos as competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC, em que está inserida a química, vemos que uma das competências trata de “analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo” (BRASIL, 2018, p. 553). Visando contemplar essa competência, a contextualização no ensino da química, dada pela correlação entre conteúdo e cotidiano, independentemente de como e qual a ordem desta relação, desde o uso das vivências dos estudantes para facilitar o conhecimento das teorias da química, até mesmo no sentido de usufruir das teorias para preparar para a vida, desempenha um papel fundamental.

2.2 A experimentação como estratégia didática

De Luca (2018) traz discussões em seu trabalho a respeito da experimentação de forma contextualizada, onde o mesmo argumenta sobre a prática experimental ser “indissociável da teoria e prática”, aproveitando conhecimentos anteriores do aluno e fazendo contrapontos com os conceitos e termos científicos usados na teoria. Assim, Chassot et al. (1993) ainda irá defender a relação entre o conteúdo aprendido e o cotidiano dos indivíduos, buscando na experimentação dados e comprovações da realidade que se tornam importantes para a formação de reflexões críticas.

Neste modo, olhamos para o planejamento dos professores, onde Leal (2020) fala que as abordagens dos professores, referente ao ensino de química, tem usado, na maioria das vezes, somente o quadro e livros didáticos. Nunes e Adorni (2010) dizem que deste modo o ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar. Merçon (2003) relata que os alunos geralmente tem desinteresse sobre o estudo da química, e para quebrar tal barreira será necessário a implementação de aulas experimentas, despertando mais interesse e uma melhor aprendizagem dos alunos.

Em cima destas dificuldades, Gonçalves e Galeazzi (2004) e Zanon e Silva (2000), também argumentam que, para uma melhoria na qualidade do processo de ensino-aprendizagem, uma alternativa seria aumentar as atividades experimentais em laboratórios, podendo ser melhor desenvolvida, nos alunos, a capacidade de fazer análises críticas, sem contar no aumento de interesse dos estudantes por tal abordagem e espaço em que estão vivenciando a aula.

Lacerda, Reis e Santos (2016) afirmam que em relação ao ensino das ciências naturais, Biologia, Física e Química, o uso da experimentação pode ser um forte aliado para demonstrar os conteúdos trabalhados em sala de aula e na resolução de problemas reais que permitam uma maior qualidade no ensino aprendizagem. Segundo os autores, realizar experimentos com materiais que os estudantes já estão familiarizados pode, além de despertar um maior interesse por essa aula, contribuir para o desenvolvimento da capacidade de correlacionar e questionar a prática em relação à teoria e vice-versa.

Silva (2016) traz a importância e o papel da experimentação desde os primórdios das descobertas científicas até o uso em ambientes escolares para o ensino-aprendizagem, deixando claro que usar a experimentação como estratégia pedagógica resulta na formação de indivíduos mais críticos, interessados nos acontecimentos do cotidiano correlacionados a aquela prática. Dentre todos estes propósitos, ele destaca que a experimentação, executada pelos estudantes, resulta “na mudança de atitude dos alunos, que deixam de se comportar apenas como ouvintes/observadores de aulas expositivas e passam a refletir, pensar, questionar e argumentar” (SILVA, 2016, p. 25), aumentando a participação nas discussões e reflexões propostas pelo professor.

Ainda, mesmo com diversas evidências sobre o uso da experimentação nas aulas promover uma aprendizagem de maior qualidade, Gonçalves (2005) argumenta sobre a dificuldade dos professores para usarem esta estratégia, alegando a falta de laboratórios adequados para tal finalidade, e mesmo em casos onde exista a estrutura de laboratório, pode não haver a manutenção adequada, sem contar no preparo que o professor necessita ter para se conseguir produzir estas aulas. O autor ainda argumenta sobre a dificuldade que os docentes enfrentam para planejar as atividades experimentais, por não dispor do tempo de planejamento necessário para isso. Por outro lado, há que se pensar em possibilidades de experimentos alternativos que não demandem estrutura de laboratório e possam ser realizados em sala de aula ou outros espaços escolares (SOARES, 2004).

2.2.1 As diferentes abordagens da experimentação no ensino

De acordo com Silva (2016), há diferentes abordagens possíveis para o uso da experimentação no ensino de ciências, tais como atividades de demonstração, de verificação e investigativas. No caso da demonstração, o autor descreve que, em relação ao papel de cada um, enquanto o aluno observa, o professor executa e explica os fenômenos, trazendo assim uma atividade de curta duração. Para diferenciar esses tipos, o autor explica que na verificação o aluno somente replica o experimento e explica os fenômenos, com o professor corrigindo e avaliando. Na atividade experimental do tipo investigação, o aluno irá pesquisar, avaliar e realizar o experimento, propondo discussões sobre o acontecido, e o professor vai orientar o mesmo para o sentido certo e avaliar todo o processo. Neste caso, o estudante se torna um sujeito ativo, propondo mais discussões e utilizando os erros para construir o conhecimento esperado. Esta abordagem, contudo, demanda um tempo muito maior, tanto para a preparação quanto para a aplicação da atividade experimental. De forma geral, o uso destas atividades para o ensino de ciências, “se mostra como uma forma de melhorar a compreensão dos alunos sobre os fenômenos”.

De acordo com Oliveira (2020), o uso de atividades experimentais mais simples, como por exemplo a demonstração de um experimento, permite a aprendizagem dos conceitos de forma dialogada. Guimarães (2019) ressalta a experimentação demonstrativa como uma possibilidade para o professor que não disponibiliza de muito tempo para a aplicação de tal ferramenta, ou que não dispõe

de materiais para todos os alunos. Ainda, de acordo com Gaspar (2005, p. 229):

“O uso de atividades de demonstração foi mais difundido nas escolas entre a metade do século XIX e a metade do século XX (Taylor, opus cit.; Bross, 1990; Gaspar, opus cit.). Nessa época os equipamentos experimentais tinham alto custo e costumavam ser apresentados pelo professor em laboratórios didáticos de Física, que pouco lembram os que conhecemos hoje.”

Na perspectiva do trabalho de Araújo (2003), se falarmos em uma abordagem experimental demonstrativa podemos subdividi-la em dois tipos ainda, a “demonstração fechada”, sendo uma “mera ilustração” centrada no professor que a realiza, e a “demonstração/observação aberta”, mais ampla e flexível no sentido de gerar discussões, dando a possibilidade de levantar hipóteses e se fazer uma reflexão mais crítica do que está se vivenciando, sendo assim a mais construtiva. Uma atividade experimental do tipo demonstração/observação aberta permite um maior aprofundamento nas dos aspectos conceituais e práticos relacionados com o experimento, ampliando as possibilidades de explorar profundamente o tema abordado.

Outra estratégia possível para o uso de experimentação no ensino é a interativa-investigativa. Segundo Freire (1997), para que um indivíduo compreenda uma teoria ele precisa experimentá-la. Nesse sentido, uma abordagem interativa permite inteirar os alunos com a prática e estimulá-los a pesquisar testando, analisando e relacionando a teoria com o que está acontecendo na prática. Com outras palavras, na perspectiva interativa-investigativa o professor tem o papel de mediador, de modo a orientar a atividade e questionar e incentivar os alunos a tirarem suas próprias conclusões (BORGES, 2002).

Wesendonk (2015) argumenta que abordagens investigativas necessitam de níveis cognitivos muito elevados e que o professor precisa levar em consideração as situações profissionais oferecidas pelo ambiente em que atua, para então aplicar o experimento de forma que tenha um maior êxito com o perfil dos indivíduos. O uso da experimentação no ensino de forma interativa-investigativa, desse modo, demanda que o professor adote uma postura diferenciada sobre como ensinar e aprender ciências, e nesse sentido Ventura (1992) destaca que é de extrema importância que o professor tenha um preparo adequado para isso. Figueroa e Gutierrez (1992)

propõem que a experimentação seja um ‘elemento motivador’ na formação do docente, estimulando-o a ter maior segurança e confiança no aperfeiçoamento de suas atividades. Ao utilizar a experimentação com uma abordagem interativa-investigativa, a postura do professor deve basear-se, segundo Pereira (2010, p. 3), que cita indiretamente Hodson (1994):

“Na intenção de auxiliar os alunos na exploração, desenvolvimento e modificação de suas ‘concepções ingênuas’ acerca de determinado fenômeno para concepções científicas, sem desprezá-las. Os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivando-os a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental.”

2.2.2 A importância da experimentação no ensino de química

A química é considerada, por muitas vezes, um “bicho de sete cabeças” em âmbitos escolares. Os assuntos relacionados à Química têm suas particularidades e dificuldades, o que pode ser devido à aplicação da teoria estar se afastando de suas origens científica e suas relações com as vivências dos estudantes (ROCHA e VASCONCELOS, 2016, e MORTIMER et al., 2000). De Lima Yamaguchi e Da Costa Nunes (2019) argumentam, de acordo com relatos de docentes, que os principais fatores que implicam no baixo rendimento nas aulas de química são a visão dos estudantes de que a química é difícil e também a falta de interesse dos estudantes pela disciplina.

Nesta perspectiva, Brito e Fireman (2016) apontam que, para o suprimento destas dificuldades e a melhora na aprendizagem, os estudos direcionados ao ensino de ciências tem destacado a importância de se correlacionar o contexto vivenciado pelos estudantes com os conteúdos, com a utilização de metodologias e/ou estratégias de ensino que irão dar mais sentido e despertar mais interesse ao que se aprende. Mendonça (2011) aponta que o uso da experimentação paralelamente às aulas teóricas resulta em uma minimização das dificuldades dos estudantes, melhorando o aprendizado. De acordo com Almeida et al. (2018, p. 01):

“Nos últimos anos, o ensino de química passou a ser discutido frequentemente e um dos assuntos a ser pautado foi a experimentação como abordagem de

ensino. Sendo um método que possa complementar ou até mesmo sair da temática do ensino tradicional em sala de aula, no qual, espera-se que o aluno passe de um ser passivo para um ser ativo, formulando assim, suas ideias e conceitos.

Silveira (2023), ao tentar estabelecer a relação entre experimentação e aprendizagem significativa, alega que o uso destas abordagens agrega muito nos conhecimentos práticos e teóricos de química, engrandecendo a formação dos sujeitos e tornando o ensino dinâmico. Por outro lado, de acordo com Gaspar e Monteiro (2005, p. 224), a prática experimental pode se transformar somente em “algo que é muito diferente do que normalmente caracteriza a sala de aula de Química”, induzindo assim uma falha na aprendizagem em cima de tal abordagem. Neste ponto o autor irá argumentar para o sentido de os alunos não terem uma familiaridade com tipo de aula, nesse caso seria necessária uma ambientação prévia dos estudantes.

Na mesma perspectiva, Leal, Schetinger e Pedroso (2019) trouxeram em seu trabalho argumentos de Barberá e Valdéz (1996) e Hodson (1998) fazendo um contraponto em relação ao uso da experimentação, argumentando que a mesma “não proporciona, obrigatoriamente, uma efetiva aprendizagem”, e ainda que uma das causas seria um planejamento mal elaborado e professores desqualificados para tal abordagem, prejudicando o aprendizado ao invés de expandi-lo.

A BNCC (Brasil, 2018) aponta “situações de trabalho” que podem ser criadas em prol dos interesses dos estudantes e sua aprendizagem, dentre elas as abordagens que se utilizam de experimentos científicos. Sobre esta possibilidade, Silva, Clemente e Pires (2015) indicam que não há necessidade de um laboratório ‘literal’, já que qualquer espaço e qualquer material, desde que seja devidamente testado e planejado, poderia ser usado para a prática da experimentação.

2.3 Desafios no ensino de eletroquímica

O ensino dos conteúdos de forma contextualizada com o cotidiano dos alunos pode despertar mais interesse porque, segundo Kupfer (1995, p. 79), “... o processo de aprendizagem depende da razão que motiva a busca de conhecimento”. Assim, quando os alunos forem instigados a construir seus conhecimentos relacionando-os com algo que eles já conhecem, manifesta-se de forma natural a necessidade e vontade de aprender. Em se tratando do conteúdo de eletroquímica, hoje em dia pessoas de todas as idades usufruem de tecnologias em seu cotidiano, as quais

necessitam de fontes de energia para a sua devida função. Nesse sentido, a eletroquímica pode ser abordada relacionando-a com essas tecnologias, trazendo explicações a respeito de seu funcionamento, desde as fontes espontâneas que produzem energia (pilhas, baterias) até a utilização de processos eletrolíticos para viabilizar a ocorrência de fenômenos químicos tais como a corrosão (SANJUAN et.al., 2009).

Segundo Ticianelli (1998, Vol. 17, p.11), a eletroquímica compreende o estudo de sistemas capazes de entregar trabalho elétrico a partir de dois tipos de reações químicas de oxirredução: as reações espontâneas (células galvânicas) e não espontâneas (eletrólise). Com outras palavras, a eletroquímica se refere ao estudo das relações entre reações químicas e corrente elétrica. Araujo (2021, p. 1481) determina, etimologicamente, eletrólise como “uma reação de oxirredução que ocorre de modo não espontâneo, provocada pela passagem de correntes elétricas vinda da fonte externa”. Ele também diferencia a eletrólise das pilhas, dispositivos que utilizam uma reação química espontânea de oxirredução para gerar energia elétrica. Segundo Janke (2020), mesmo que John Frederic Daniell tenha constituído a estrutura da pilha em 1836, embora os materiais utilizados tenham mudado, somente no século XX é que as pilhas e baterias tomaram conta do cotidiano da população, especialmente considerando-se o desenvolvimento de tecnologias portáteis cada vez menores e com mais desempenho, cujo funcionamento é dependente de pilhas e baterias.

Referindo-se a outro fenômeno do cotidiano relacionado com a eletroquímica, Frauches-Santos (2014) argumenta que a corrosão é um problema presente na vida do ser humano desde tempos pré-históricos, quando já se produziam ferramentas, geralmente para caças, com materiais metálicos. A corrosão é um desgaste de materiais metálicos provocado pelo contato dos metais com o oxigênio do ar. Quando falamos de ferrugem, estamos falando de materiais que contêm ferro em sua composição, sendo a formação da ferrugem uma oxidação do ferro a óxido férrico espontânea que acarretará numa futura corrosão, se não for tratada adequadamente. O fato de o fenômeno da corrosão estar relacionado com a eletroquímica amplia as possibilidades de ensino contextualizado.

Em relação aos desafios no ensino de eletroquímica, de acordo com Sanjuan et. al. (2009), é comum o conteúdo ser deixado de lado no Ensino Médio, ou abordado de forma superficial apenas quando “sobra tempo”. Possivelmente, esse problema advém da formação inadequada dos professores, que, na maioria das vezes,

possuem dificuldade em ensinar os conceitos relacionados à eletroquímica tais como corrosão, eletrólise, oxidação, redução e pilhas de forma contextualizada (BRAGANÇA, 2013). Segundo Garnett e Treagust (1992), alunos de ensino médio apresentam dificuldades de aprendizado em eletroquímica, sendo comum que os estudantes não consigam identificar cátodos e ânodos em células eletroquímicas, assim como suas funções, tais como a geração de corrente elétrica em pilhas. Ferreira (2021, p. 1709) aponta que tais dificuldades resultam da falta de estratégias didáticas diversificadas, contudo, cita indiretamente Moreira e Cadu(2008) dizendo:

“[...] é necessário que essas estratégias sejam planejadas e repensadas de tal modo que permita ao estudante aprender o conhecimento de forma integrada, interdisciplinar e contextualizada.”

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Método escolhido e justificativa

A metodologia escolhida para esse trabalho é a pesquisa aplicada, exploratória, de cunho qualitativo e semi-quantitativo, a fim de avaliar a aplicação de uma ferramenta didática de caráter experimental utilizando duas estratégias diferentes e compará-las. Misturando estes dois métodos de pesquisa teremos resultados mais ampliados, aproveitando a combinação de metodologias diferentes para fornecer uma investigação mais aprofundada em cima dos dados obtidos (FERREIRA, 2015). A ferramenta diagnóstica elaborada para tal finalidade constitui-se de questionários semiestruturados do tipo de pré e pós-teste, que englobam questões abertas e objetivas, tanto a respeito do conteúdo propriamente dito quanto da estratégia didática empregada.

3.2 Coleta de dados e público-alvo

Foi escolhida como público-alvo uma turma do 2º ano do Ensino Médio de um curso técnico profissionalizante, com 26 alunos. Para atingir os objetivos propostos, a turma escolhida foi dividida em dois grupos com separação entre eles, a fim de eliminar o máximo de variáveis possíveis que possam intervir nos futuros resultados obtidos. Em um dos grupos (Grupo A), o experimento foi realizado de forma demonstrativa pelo professor, com uma abordagem mais próxima do ensino tradicional. Com o outro grupo (Grupo B), o mesmo experimento foi realizado pelos alunos, em pequenos grupos, com o apoio de um roteiro experimental, com a discussão dos resultados mediada pelo professor, em uma abordagem interativa-investigativa.

Foi aplicado primeiramente um pré-teste (Apêndice I) com toda a turma, com o objetivo de verificar o conhecimento inicial dos alunos sobre o conteúdo de eletroquímica. Segundo Berry (2008), o sistema de pré-teste oferece uma forma de avaliar se o aluno já conhece o conteúdo, e em que profundidade, para posteriormente verificar-se a aprendizagem em comparação com os conhecimentos prévios. Em seguida, depois da aplicação da ferramenta didática utilizando ambas as

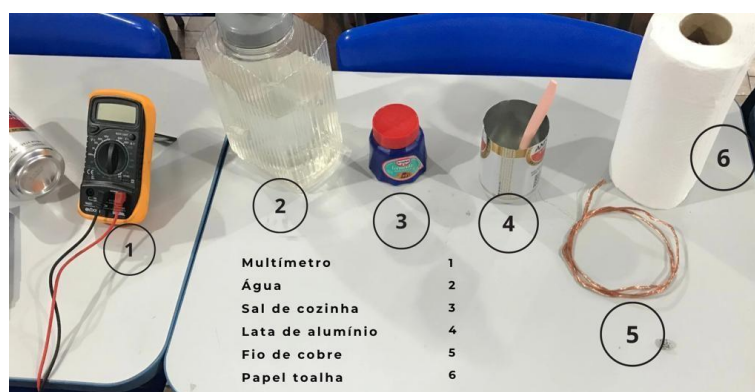
abordagens com os diferentes grupos, foi aplicado um pós-teste (Apêndice IV) com o objetivo de verificar se houve aprendizado.

3.3 Sistemas experimentais

Trabalhando-se com duas abordagens de experimentação, foi necessário construir e adaptar os experimentos para cada abordagem, onde em uma delas o autor deste trabalho realizaria o experimento de forma demonstrativa e na outra os alunos iriam realizar os experimentos em pequenos grupos. Desta forma, mesmo se trabalhando com o mesmo conteúdo e a mesma ferramenta, ao mudar a abordagem muda também toda a organização da aula, por isso foram elaborados dois planos de aula, um para abordagem demonstrativa (Apêndice II) e outro para abordagem interativa- investigativa (Apêndice III). Sobre os experimentos, optou-se por montá-los com materiais de fácil acesso, que os alunos já tivessem contato em seu cotidiano, e também utilizando materiais recicláveis.

Na construção de uma pilha (Figura 1), o sistema consistia de uma lata de alumínio, um fio de cobre e uma solução iônica (água com sal). Neste caso, foram utilizadas latas de alumínio cortadas e lixadas para eliminar rebarbas. O fio de cobre era proveniente de um fio elétrico usado, de mais ou menos 50 cm de comprimento por 2,5 mm de espessura, que foi desencapado. Além disso, utilizou-se papel toalha e uma solução de água da torneira com sal de cozinha. Esse formato foi utilizado em ambas as abordagens, já que o sistema era muito simples e os materiais utilizados eram de fácil acesso.

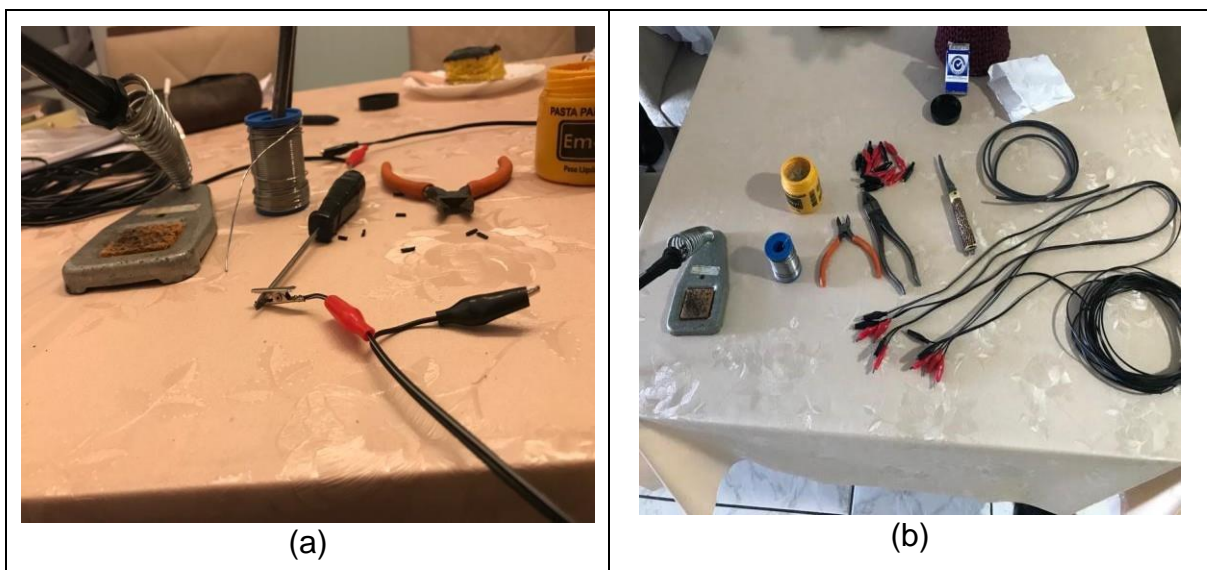
Figura 1 - Materiais utilizados para o experimento de pilha.



FONTE: Elaborado pelo autor.

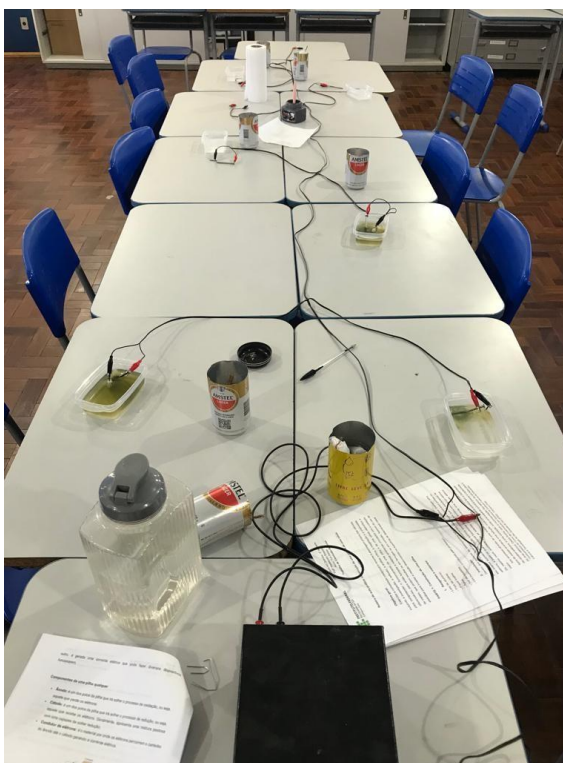
Já no sistema de eletrólise aquosa, utilizamos uma fonte de energia, uma solução de água com sal, um pote de plástico e pregos novos e enferrujados. A fonte utilizada foi uma fonte de computador de 12 V para ambas as abordagens, contudo, para a abordagem interativa-investigativa, foi produzido um alongador de terminais que permitiu que de uma mesma fonte de energia se originassem oito pares de terminais, um positivo e um negativo, permitindo que os alunos produzissem seu próprio experimento. Para isso, foi adquirido um fio paralelo de 0,5 mm de espessura e garrinhas de metal para serem os terminais (Figura 2a e 2b). O fio com tracejados foi adotado como positivo e o liso como negativo, assim podendo soldar as garras de metal nas pontas dos fios deixados como espera. Foram soldados também os fios dos terminais com o “corpo” do emaranhado, deixando-se um comprimento de 7 metros para se ter espaço entre os estudantes. A Figura 3 ilustra a execução do experimento de eletrólise em sala de aula na abordagem interativa-investigativa.

Figura 2 - (a) fabricação dos terminais da fonte e (b) materiais utilizados na construção dos terminais.



FONTE: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - Realização do experimento de eletrólise na abordagem interativa-investigativa.



FONTE: Elaborado pelo autor.

Estes experimentos foram devidamente testados com auxílio de um multímetro, anteriormente às aulas, para testar suas funcionalidade quanto à corrente gerada no sistema de pilha e à corrente aplicada sobre o sistema de eletrólise.

3.4 Análise dos dados

Esta avaliação será de cunho qualitativo e semi-quantitativo, partindo dos dados obtidos a partir da aplicação das ferramentas diagnósticas, o pré e pós-teste, com questões abertas e questões objetivas, tanto a respeito do conteúdo propriamente dito quanto da metodologia empregada para cada grupo. Os resultados serão correlacionados a fim de verificar o aprendizado de cada grupo, analisando-se a associação entre os assuntos abordados e o conhecimento prévio, termos utilizados, relação com a realidade de cada um. Ainda, no pós-teste foi incluída uma pergunta de avaliação das estratégias empregadas, investigando assim a opinião dos estudantes em cima da metodologia aplicada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos conteúdos e identificar as dificuldades, foram aplicados dois questionários semi-estruturados, o pré-teste, em data anterior à realização das intervenções propostas (a atividade experimental empregando diferentes abordagens) e o pós-teste. A turma foi dividida aleatoriamente em dois grupos (grupos A e B). Para cada grupo foram aplicadas as intervenções distintas, com abordagens diferentes entre elas, em semanas alternadas, sendo que com o Grupo A aplicou-se a abordagem demonstrativa e com o Grupo B, a abordagem interativa-investigativa. Organizou-se a aplicação de forma que, enquanto um grupo estava participando da atividade, o outro grupo teve aula com a professora regente da turma, sobre outro conteúdo.

Para a análise de dados, neste capítulo serão discutidos primeiramente os resultados do pré-teste para ambos os grupos. Depois, serão discutidos os resultados obtidos para cada um dos grupos, apresentando as observações e os resultados do pré-teste e do pós-teste de forma semi-quantitativa. No final do capítulo serão comparadas as diferentes abordagens em termos da aprendizagem e das dificuldades encontradas. Para ambas as abordagens foram aplicados os mesmos pré e pós-teste, contidos no Apêndice I e Apêndice IV.

4.1 Resultados do pré-teste

Este questionário era composto por 7 (sete) perguntas relacionadas aos principais conceitos da eletroquímica, tais como reações de oxirredução, pilhas e baterias e ferrugem, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, ou até mesmo identificar a capacidade dos mesmos de correlacionar o conteúdo com o cotidiano. Ainda foi incluída uma pergunta opcional relacionada a número de oxidação (nox), que é um conhecimento prévio útil para a compreensão dos sistemas eletroquímicos.

O Quadro 1 apresenta uma compilação de algumas respostas selecionadas referentes às três primeiras questões, que tinham por objetivo identificar se havia algum conhecimento prévio referente ao assunto que seria trabalhado. Na primeira questão, onde foi questionado se os estudantes conheciam a eletroquímica e que explicassem o que lembravam sobre o assunto, todos os alunos iniciaram suas respostas dizendo que não tiveram esse conteúdo, que não conheciam ou que não

se lembravam e então tentaram trazer alguma explicação relacionando com as perguntas seguintes. Neste sentido, no Quadro 1 é apresentada, na primeira questão, a resposta que chegou mais perto de uma explicação adequada do conceito, em que o aluno fez uma relação, não totalmente correta, da própria palavra, relacionando de alguma forma a eletricidade com a química.

Quadro 1 - Respostas selecionadas das questões 1, 2 e 3 do pré-teste.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
1	ELETROQUÍMICA	"Não conheço. Mas relacionado com a palavra eletroquímica, me remete que é sobre as coisas elétricas ou que se relacionam com eletrônicos, e isto juntamente com a química."
2	REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO	"Não sei o que é oxirredução. Mas acredito que seja algo relacionado com a oxidação de metais, como eles se formam, como essa oxidação 'aparece', atinge certos elementos, certos metais."
3	PILHA E BATERIA	"Uma pilha é um local onde se armazena energia/electricidade, e bateria é a mesma coisa, mas na minha opinião o que diferencia a pilha e bateria é a quantidade de energia/electricidade e o seu tamanho."

FONTE: Elaborado pelo autor.

A segunda pergunta, sobre oxirredução, também obteve total confirmação dos estudantes de que não sabiam do que se tratava, mas na tentativa de inferir, várias respostas tiveram relação com a oxidação e o ferro, uma dedução que pode ter alguma correlação com a palavra oxirredução ou com a questão 6, que perguntava o que é ferrugem. No Quadro 1 é apresentado um exemplo de resposta, em que o aluno correlaciona com a oxidação de metais. Em algumas respostas os alunos relacionaram com a redução de elétrons ou redução de metais, o que, mesmo não estando correto, já mostra que os estudantes identificaram que alguma 'coisa' irá reduzir de alguma forma.

Sobre a terceira questão, que tratava de pilhas e baterias, por serem termos mais conhecidos e usados no cotidiano, as respostas, em grande maioria, correlacionaram o termo bateria com as que são usadas em carros e as pilhas com as usadas em controles em geral, mostrando que as vivências fora do âmbito escolar podem agregar para o aprendizado. Segundo Piaget (1977, p.16), o conhecimento

“realiza-se através de construções contínuas e renovadas a partir da interação com o real”. Na resposta que foi incluída como exemplo no Quadro 1, observa-se que o aluno fez relação entre a pilha e a bateria e o armazenamento de ‘energia/eletricidade’ e também a diferenciação, um pouco incompleta, de que baterias possuem mais energia que as pilhas.

As questões seguintes se direcionaram para conhecimentos prévios mais fundamentais que se esperava que estivessem consolidados nesse nível de escolaridade, já que são necessários para a compreensão do conteúdo de eletroquímica. No Quadro 2 são apresentados alguns exemplos de respostas para as questões 4, 5 e 6, que tratavam de transferência de elétrons, íons e ferrugem.

Quadro 2 - Questões 4,5 e 6 do pré-teste.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
4, 5	ÍONS	“Íons são os cátions e os ânions das moléculas ou dos átomos.”
6	FERRUGEM	“Ferrugem é o produto da reação entre um metal e o oxigênio. Eu lembro que tinha algo a ver com água também, mas esqueci.”

FONTE: Elaborado pelo autor.

As questões de número 4 e 5 perguntavam sobre a possibilidade de transferência de elétrons entre espécies químicas e também sobre a conceituação de íons. Em relação à transferência de elétrons, a grande maioria descreveu que era possível haver transferência de elétrons entre espécies químicas, mas que não sabiam explicar, outros tentaram relacionar com prótons e elétrons. Na questão 5, que questionava sobre o conceito de íon, apesar da maioria responder que não lembrava, alguns alunos associaram com cargas, com prótons e elétrons e algumas respostas foram mais precisas, como é o caso do exemplo da tabela, em que o estudante associou com os tipos de íons. Assim, é possível inferir que os alunos já tiveram algum contato com esses termos, o que vai de acordo com a afirmação da professora regente de que eles teriam os conhecimentos prévios necessários para esta aula.

Na pergunta 6 questionou-se sobre a ferrugem, um fenômeno que eles poderiam ter visto em seus cotidianos e ambientes não escolares. Em virtude disso, em quase todas as respostas apareceu o ferro, que a ferrugem acontece nele como um tipo de “crosta”, já outros correlacionaram com a oxidação que acontece no ferro ou em outro metal. Alguns estudantes descreveram a ferrugem como sendo uma reação química que acontece no ferro, uns correlacionaram a ocorrência da ferrugem com a presença de água e sal ou até mesmo a líquidos, outros associaram a uma reação que acontece com o oxigênio. Na resposta apresentada no Quadro 2 o estudante faz referência a um ‘produto da reação com um metal e oxigênio’. A partir das respostas é possível inferir que uma grande maioria dos alunos já tinham algum conhecimento sobre a ferrugem ou oxidação, seja este obtido na escola ou não.

A última questão era de múltipla escolha e tinha o intuito de investigar os conhecimentos prévios em relação ao Nox, um conteúdo importante para se trabalhar a eletroquímica de forma aprofundada. Mesmo que a questão fosse optativa, foi sugerido que os alunos informassem quando não soubessem responder esta questão, mas que tentassem da mesma forma. Assim, todos informaram que não sabiam e marcaram alguma alternativa, mas nenhum dos estudantes escolheu a alternativa correta. Segundo a professora regente, esse conteúdo foi trabalhado de forma superficial com os estudantes. Contudo, mesmo que os alunos não tivessem este conhecimento, isso não afetou a aplicação dos planos de aula, já que em uma aula de dois períodos não haveria tempo suficiente para aprofundamento do conteúdo.

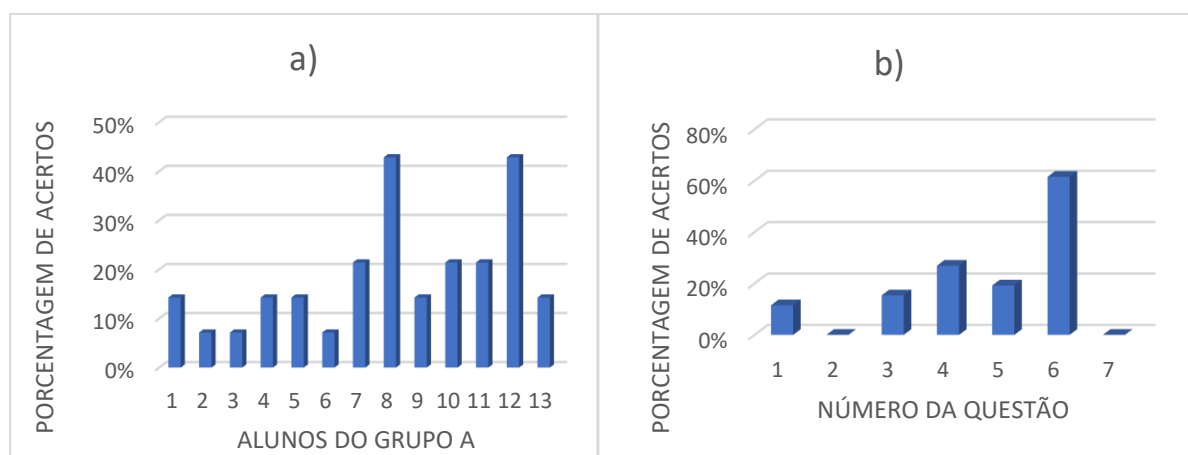
4.2 GRUPO A: abordagem demonstrativa

Para este grupo, como dito acima, foi aplicado o plano de aula baseado na abordagem demonstrativa (Apêndice II). Nesta aula, ambos os experimentos (pilha e eletrólise) foram realizados de forma demonstrativa pelo autor. Por se tratar de uma aula demonstrativa, além dos experimentos, foram apresentados os principais conceitos relacionados ao tema de forma expositiva, incluindo exemplos, e em seguida foi realizada demonstração dos experimentos. O grupo foi formado por 13 alunos, com variações de idades entre 16 a 18 anos.

4.2.1 Resultados do pré-teste

Para uma avaliação semi-quantitativa dos resultados do pré-teste, foi elaborado um gráfico de porcentagens de acertos por estudante e por questão (Figura 4). Para o cálculo destas porcentagens foram consideradas as respostas às questões como certas, meio certas e erradas. Com esses resultados, de acordo com a Figura 4a podemos inferir que os alunos praticamente não tinham conhecimentos prévios sobre eletroquímica, já que nenhum estudante atingiu 50% de acertos. Para os estudantes que obtiveram um maior aproveitamento, isso provavelmente foi devido a conhecimentos advindos do cotidiano dos estudantes e de correlação a outros assuntos abordados anteriormente.

Figura 4 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 7 questões do pré-teste.



FONTE: Elaborado pelo autor.

Ao observar a Figura 4b, foi possível identificar em que os alunos apresentavam mais conhecimento sobre os assuntos abordados. Neste caso, a questão que se destaca, com 62% dos alunos acertando a mesma, é a de número 6, que se direciona para os conhecimentos sobre ferrugem. Isto nos indica que os estudantes já tinham algum conhecimento prévio sobre a ferrugem, seja este obtido na escola ou outros espaços, podendo agregar a futura construção de conhecimento a partir das intervenções de forma contextualizada, onde o aluno, neste caso, já teria algum conhecimento sobre o assunto advindo do cotidiano, tornando-o capaz de

relacioná-lo com a teoria (RICARDO, 2003).

4.2.2 Resultados do pós-teste

Depois da intervenção com a abordagem demonstrativa, o grupo A foi submetido ao pós-teste (ApêndiceIV), com o intuito de analisar se a intervenção resultou na aprendizagem dos estudantes. Algumas questões do pós-teste foram iguais às do pré-teste, o que será discutido posteriormente. A exemplo dos resultados apresentados para o pré-teste, foram elaborados quadros com o número da questão, a temática envolvida e um exemplo de resposta. Desta forma, o Quadro 3 apresenta um compilado de respostas selecionadas das primeiras questões (1 a 6), que tratavam de conceitos gerais importantes da eletroquímica. Para uma comparação direta entre o pré e pós-teste, algumas perguntas se repetiram em ambos, como a de eletroquímica, de íons, ferrugem e diferença entre pilha e bateria.

Quadro 3 - Questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do pós-teste.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
1	ELETRQUÍMICA	"Eletroquímica é as relações de química e as correntes elétricas. Estudando as reações de oxirredução."
2	PILHA	"sim, a pilha é uma reação espontânea onde os elétrons saem do lado negativo e vão para o lado positivo, com o propósito de equilibrar os lados. A bateria é um conjunto de pilhas."
3	ÍONS	"O íon é um elemento químico com algum tipo de carga."
4	FERRUGEM	"é uma reação química formada pela oxidação do ferro."
5	ELETRÓLISE	"É o contrário das pilhas e baterias, sua energia não é espontânea."
6	DIFERENÇA PILHA/BATERIA	"A pilha transforma energia química em elétrica, já a eletrolise transforma energia elétrica em química."

FONTE: Elaborado pelo autor.

A primeira questão foi igual à do pré-teste, referente ao conceito geral de eletroquímica, já que se faz importante comparar as respostas a essa pergunta antes e depois da aula para identificar o uso de termos e conceitos explicitados na intervenção. Dentre os 13 alunos, dois deixaram em branco, demonstrando que não

se lembravam ou que não saberiam explicar, e do restante do grupo um confundiu com pilha, respondendo que se tratava do estudo das reações espontâneas. Os demais estudantes responderam de forma semelhante ao exemplo do Quadro 3, relacionando a eletricidade, a corrente elétrica ou até mesmo a eletrônica com a química. Um estudante ainda fez uma associação da eletroquímica como sendo o estudo dos movimentos dos elétrons. Outros estudantes, além de trazerem a resposta mais aproximada do esperado, associaram com as reações de oxirredução. Neste momento observamos um aprendizado desse conceito, o que nos leva a comparar com os resultados de Gaspar e Castro (2005) que, em seu trabalho de experimentação demonstrativa, conseguiu identificar mudanças na aprendizagem dos estudantes, tendo melhorias nos vocabulários científicos, no interesse pelo conteúdo e nos questionários abordados, notando também um maior uso dos termos conceituais.

Na segunda questão, que pedia para explicar uma pilha ou bateria e se há diferenças entre elas, alguns descreveram a pilha corretamente e a bateria como sendo uma eletrólise. Por outro lado, a grande maioria conseguiu chegar na explicação correta, usando a terminologia adequada. Algumas respostas foram mais completas, como no exemplo do Quadro 3, em que o estudante comentou sobre a espontaneidade da reação e o sentido de movimentação dos elétrons. Outras respostas abordaram a geração de energia elétrica através de uma reação química, fazendo associações com as reações de oxirredução. Em relação às baterias, as respostas de forma geral as descreveram como um conjunto de pilhas. Dessa forma, é possível inferir que a compreensão do funcionamento da pilha a partir da aula foi a base para entender os demais assuntos.

Na terceira questão, igual à questão 5 do pré-teste, em que se observou que os estudantes já tinham algum conhecimento sobre íons, ainda houve interpretações equivocadas fazendo associação com a presença de elétrons, moléculas com energia e com elétrons positivos, sendo que dois alunos relataram que não lembravam. As demais respostas foram mais aproximadas do esperado, trazendo correlações com o átomo perder ou receber elétrons, por possuir cargas positivas ou negativas ou até mesmo o átomo ou um elemento que possui 'um tipo de carga', demonstrando que assim começaram usar o termo 'carga' e 'elementos ou átomos'. A utilização dessa terminologia é um indicativo de que houve construção do conhecimento a partir da intervenção. Nesta perspectiva, Almeida (2021) traz, em seus estudos, a comparação

entre a terminologia e a organização de conhecimentos, onde esta relação se constrói para facilitar associações, explicações e a aprendizagem como todo, usando os termos para refletir as características essenciais do mesmo em relação ao conceito. Ainda o autor traz, de Hjørland (2009), um ponto de vista epistemológico em que o “conceito deve ser definido pela sua utilidade em um sistema”, que se remete aos estudantes definindo corretamente o conceito de íons, em um elemento neutro perder ou ganhar elétrons, a partir do entendimento da sua função nos sistemas eletroquímicos (ALMEIDA, 2021, p. 32-33).

Sobre ferrugem, a mesma questão do pré-teste (questão 4) constava também no pós-teste (questão 4). Mesmo que os alunos já tivessem algum conhecimento anterior à intervenção, apareceram novamente interpretações equivocadas sobre o assunto. A maioria, contudo, conseguiu chegar na explicação do conceito, mesmo que incompleta, fazendo relação com o experimento de eletrólise e usando alguns metais na explicação, como no exemplo da tabela, onde houve a correlação entre a ferrugem e a oxidação do ferro. Caliani e Bressa (2017), ao comparar as teorias de Jean Piaget e David Ausubel sobre aprendizagem, trazem que a aprendizagem do aluno depende de seus conhecimentos prévios e do meio que irá provocar novos conhecimentos significativos para ele.

Sobre a eletrólise (questão 5), algumas respostas revelaram que o conceito pode não ter ficado claro, já que foram mencionados termos como bateria e eletroquímica, de forma confusa. Por outro lado, alguns estudantes conseguiram se expressar da maneira certa, descrevendo que é o inverso da pilha, uma ‘reação forçada ou não espontânea’, ou até mesmo que é a ‘transformação de energia elétrica em química’, e trazendo comparações com o experimento realizado e exemplos utilizados em aula.

A pergunta seguinte trazia o questionamento sobre a diferença entre pilha e eletrólise. Alguns estudantes que não responderam à questão anterior ou que responderam de forma errada se expressaram corretamente nessa resposta, o que permite concluir que a construção do conhecimento se estabeleceu a partir da compreensão da pilha. Alguns alunos não responderam à questão por motivos indeterminados, alguns falaram que não sabiam e um estudante identificou a pilha como sendo um tipo de eletrólise, possivelmente confundido os termos eletrólise e eletroquímica. A resposta da maioria se aproximou da explicação esperada, sendo que alguns estudantes utilizaram termos como transformação de energia química em elétrica e vice-versa e ainda relacionaram com a espontaneidade das reações.

As perguntas de múltipla escolha de número 7, 11, 12 e 13 foram voltadas para a interpretação de textos e identificação da terminologia usada na aula, na tentativa de avaliar a organização do conhecimento. Começando com as questões de número 7 e 11, ambas se relacionavam com o sentido da movimentação dos elétrons ou da corrente elétrica, usando termos tais como o nome dos eletrodos e as reações que estão acontecendo em cada eletrodo. Na questão 7, nenhum dos alunos teve êxito, demonstrando que acabaram se atrapalhando com o uso variado dos termos abordados em uma questão só. Poucos alunos acertaram a resposta da questão 11, possivelmente porque trazia um uso laboratorial ou industrial que não foi abordado em aula, mas alguns conseguiram identificar os tipos de eletrodo, os polos, as reações que acontecem em cada lado, respondendo corretamente.

Nas outras duas questões de múltipla escolha (questões 12 e 13) identificou-se a possibilidade de erros por dificuldade de interpretação. Mesmo assim, mais da metade dos estudantes acertaram a questão 12. A pergunta de número 13 foi referente à experiência de eletrólise, a qual poucos alunos acertaram por acharem, de forma errada, que o ferro desenferrujado no processo iria voltar a ser novo como era antes. Isso se explica com todas as semirreações e reação global do sistema, as quais não foram abordadas por presenciar de pouco tempo o que dificultou a interpretação e facilitou para os mesmos confundirem as respostas.

Para a discussão das perguntas de números 8, 9 e 10, é apresentada o Quadro 4 com alguns exemplos de resposta para essas questões. A oitava questão era relativa à duração da pilha, na tentativa de ser relacionada com o equilíbrio da reação. Alguns estudantes tentaram levar para o cotidiano, se expressando que um dia acaba, ou que o metal que iria acabar ou até mesmo que a pilha poderia estourar. De outra forma, outros relacionaram com o que se esperava, o fato de se atingir o equilíbrio, demonstrando que a abordagem surtiu efeito na aprendizagem de alguma forma.

A questão número 9, que tratava da possibilidade de acelerar o processo de eletrólise, foi mais desafiadora no sentido de verificar se os alunos conseguiriam ir além dos conhecimentos construídos em aula. Verificou-se que 1/3 dos alunos responderam esta questão corretamente em função de aumentar a energia vinda da fonte externa, forçando mais a reação e assim acelerando a reação consecutivamente. Neste caso, podemos relacionar com as competências da BNCC (BRASIL, 2018, p. 539), em que “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia” exige do

aluno uma interpretação para além dos conceitos, ou seja, uma compreensão global do processo.

Quadro 4 - Questões 8, 9 e 10 do pós-teste.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
8	DURAÇÃO DA PILHA	"Não, pois quando acontece o equilíbrio entre as duas reações a pilha para de funcionar."
9	ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE DA ELETRÓLISE	"Acho que aumentando a energia podemos ter uma melhor eficiência."
10	OXIRREDUÇÃO	"É o que ocorre na pilha. Um metal perde elétrons e o outro ganha, fazendo um oxidar e o outro reduzir."

FONTE: Elaborado pelo autor.

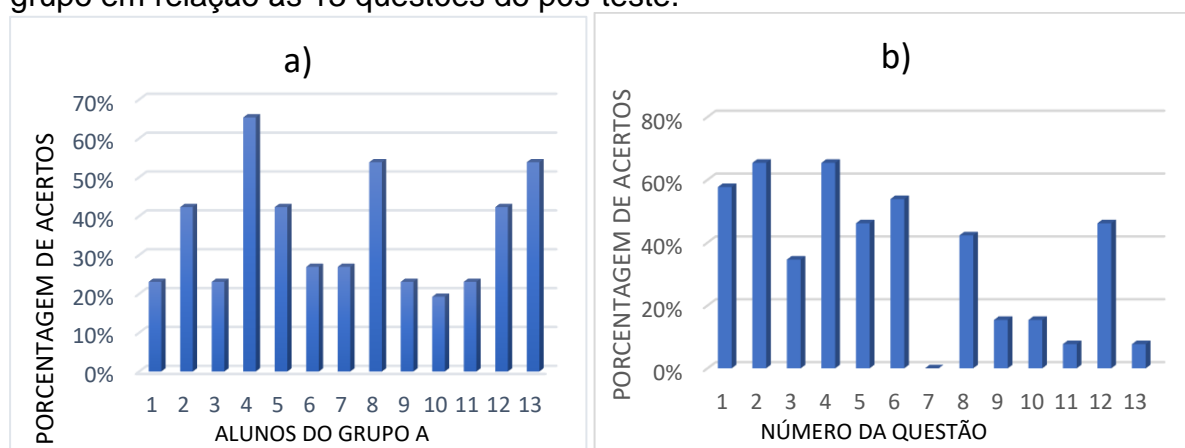
A pergunta de número 10 se referia ao conceito de oxirredução, igual à do pré-teste, com o objetivo de verificar se houve a construção do conhecimento. Verificou-se que, diferentemente das respostas do pré-teste, nesse momento os estudantes conseguiram se expressar com termos mais adequados, como no exemplo de resposta apresentado no Quadro 4. Nesse caso o estudante trouxe como exemplo a pilha, reafirmando a construção do conhecimento a partir da compreensão da pilha, e ainda fez a relação com a transferência de elétrons nos dizendo que o que ganha elétrons reduz e o que perde elétrons oxida, tornando uma reação de oxirredução.

No mesmo sentido do pré-teste, foram gerados gráficos (Figura 5 A e B) relacionando as porcentagens de acertos por aluno e por questões, ainda considerando questões certas, meio certas e erradas nas perguntas abertas.

Analisando a Figura 5a, podemos observar que somente 3 estudantes atingiram um percentual global de acertos acima de 50%, o que pode indicar que uma aula apenas seja pouco tempo para promover a construção de conhecimento. A Figura 5b, que indica a porcentagem de acertos em cada questão, mostra onde ocorreu maior aprendizado e o que não ficou tão claro. Deste modo, podemos perceber que as questões que se referiam a objetos sobre os quais eles já possuíam algum conhecimento, possivelmente por conta da relação com o cotidiano, foram as que registraram uma maior porcentagem de acertos. Isso se relaciona ao conceito de aprendizagem significativa, segundo Valadares (2011), em que o professor e o aluno buscam a "congruência de significados", tentando assimilar conhecimentos anteriores

vivenciados para adquirir aos novos ali construídos.

Figura 5 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 13 questões do pós-teste.



FONTE: Elaborado pelo autor.

As questões mais ao final do teste dependiam de uma interpretação mais aprofundada e também de associar mais de um assunto tratado em aula, portanto a quantidade de acertos caiu drasticamente, com algumas questões que ninguém conseguiu acertar. De acordo com essa observação, os alunos não conseguiram associar além dos conceitos aprendidos, já que não fizeram as associações dos conteúdos com os sistemas eletroquímicos e seus funcionamentos. Desse modo, é possível inferir que, segundo Caliani e Bressa (2017), os estudantes somente alcançaram a assimilação, em questão de aprendizagem significativa, pois buscaram solucionar as questões com conhecimentos que já tinham, mas não atingiram a fase da acomodação:

“Na acomodação o indivíduo modifica as estruturas cognitivas antigas, constrói novas associações ao conhecimento prévio, domina a situação e amplia a cognição sobre a situação-problema com a nova informação” (CALIANI; BRESSA, 2017, p. 673).

Ao compararmos os resultados do pré-teste e do pós-teste, temos que levar em conta que o teste aplicado após a intervenção contemplava, além de maior quantidade de perguntas, um aprofundamento maior no conteúdo, exigindo o uso de termos adequados e análise de situações mais complexas, aumentando o nível de exigência. Deste modo, para fazer uma comparação entre os testes e estimar

qualitativamente o efeito da intervenção realizada, tomamos como exemplo a questão sobre oxirredução (questão 10 do pós-teste), em que, mesmo que o percentual de acertos não tenha sido alto, houve uma melhora em comparação com o pré-teste, antes da intervenção, em que nenhum desses alunos soube responder corretamente.

Muito importante destacar aqui o aumento do percentual na questão de número 1, que abordava o conceito de eletroquímica, que de 12% de acertos no pré-teste passou para 58% no pós teste. Esta análise, podemos fazer também na questão de número 3 do pós-teste (questão 5 do pré-teste), sobre íons, com um aumento de 16% de acertos após a intervenção, indicando alguma aprendizagem destes conceitos.

No final do pós-teste foi incluída uma questão com objetivo de obter um retorno dos estudantes em relação à intervenção aplicada, em que foi solicitado que atribuíssem uma nota de 0 a 10 (zero a dez) para a aula, incluindo uma justificativa para a nota atribuída. As notas atribuídas pelos estudantes variaram de 8 a 10 pontos, apenas uma em específico foi 4,5. Quanto à justificativa, foi mencionado repetidas vezes que o principal aspecto negativo foi a quantidade de assuntos em relação ao tempo de aula, o que tornou a aula muito corrida e difícil de esclarecer dúvidas. De fato, com o tempo que tínhamos para cada aula, os conteúdos previstos para a mesma foram condensados e os conceitos foram abordados de forma simplificada, sobrecarregando a aula. Outro ponto que chama atenção é que alguns alunos mencionaram, como justificativa para terem atribuído notas altas, que gostam de uma 'aula mais tradicional, com explicações e exercícios', mesmo que a abordagem também tenha incluído a demonstração de experimentos. Acredita-se que os estudantes atribuíram esse termo a aula pois estão mais acostumados a copiarem o conteúdo do quadro e observarem explicações diversas, tornando esse ato 'tradicional' na vida estudantil dos mesmos.

4.2 GRUPO B: abordagem interativo-investigativa

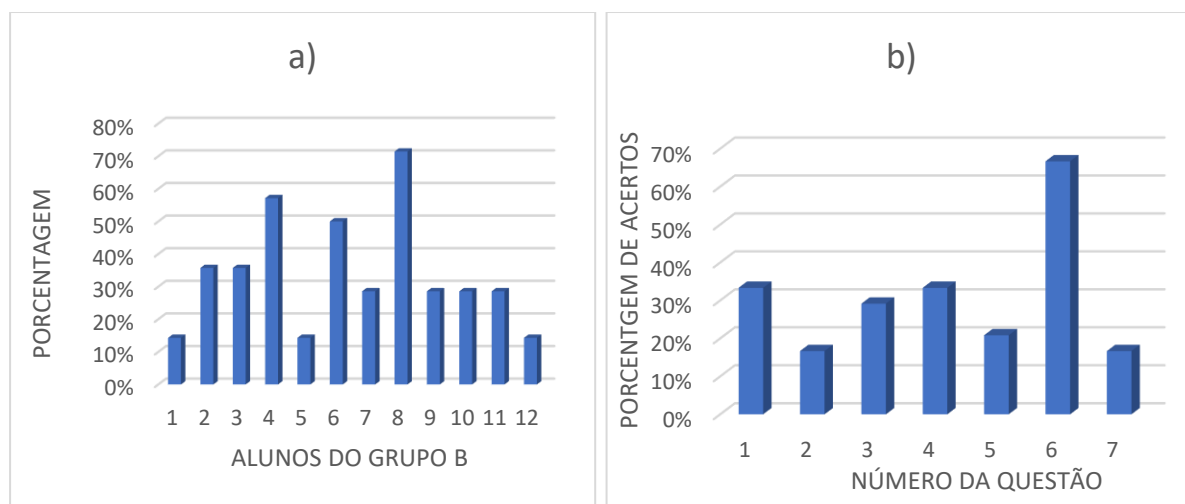
Para este grupo foi aplicado o plano de aula elaborado com base na abordagem interativo-investigativa (Apêndice III). Esta aula foi desenvolvida com o objetivo de que os experimentos da pilha e da eletrólise fossem executados na aula pelos próprios alunos. Por se tratar de uma aula interativa-investigativa, foi disponibilizado um roteiro experimental contendo o conteúdo a ser trabalhado e um passo a passo dos experimentos. Desta forma, em um momento inicial o conteúdo foi brevemente abordado de forma expositiva, utilizando o recurso do quadro, em seguida

os alunos reproduziram os experimentos, em duplas. Conforme surgiam as dúvidas durante o experimento os estudantes discutiram as observações entre si, como autor deste trabalho atuando na mediação das discussões. O grupo foi formado por 12 estudantes, com variações de idades entre 16 e 17 anos.

4.2.1 Resultados do pré-teste

Para facilitar uma comparação entre os alunos do mesmo grupo e também entre os dois distintos grupos, foram produzidos gráficos (Figura 6) com a porcentagem de acertos do pré-teste de cada um dos 12 estudantes que compõem o grupo B e também com o percentual de acertos geral para cada questão. Mesmo com os dois grupos realizando este teste na mesma sala e ao mesmo tempo, obteve-se diferença nas porcentagens de acertos. De forma geral, percebemos que neste grupo a proporção de acertos foi maior que no grupo A. Dado que a amostra selecionada para a aplicação desse trabalho é muito pequena, uma análise quantitativa dos dados é impraticável. Ainda assim, os resultados em termos percentuais podem ser usados para complementar as discussões qualitativas a respeito do aprendizado.

Figura 6 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 13 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 7 questões do pré-teste.



FONTE: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Resultados do pós-teste

Após a intervenção interativa-investigativa, foi aplicado exatamente o mesmo pós-teste que foi aplicado para o grupo A, com algumas questões iguais ao do pré-

teste, mas incluindo algumas perguntas mais aprofundadas envolvendo os conceitos e termos abordado nas intervenções. Com o intuito de facilitar a discussão, seguiu-se o mesmo padrão de apresentação de respostas selecionadas às perguntas na forma de quadros, identificadas com o número da questão e a temática.

Quadro 5 - Questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do pós-teste GRUPO B.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
1	ELETROQUÍMICA	"Eletroquímica é a mistura/junção de eletricidade e química."
2	PILHA/BATERIA	"Uma bateria e uma pilha têm semelhanças, sim. Uma pilha é um conjunto de baterias e as duas transformam elétrons em energia."
3	ÍONS	"O íon é o nome dado/utilizado para referir-se aos elementos da tabela periódica, tendo os íons positivos cátions e íons negativos ânions."
4	FERRUGEM	"Ferrugem é uma corrosão formada pelo contato do ferro com o oxigênio."
5	ELETRÓLISE	"A eletrólise é a reação que imita uma "pilha", ela é utilizada para desenferujar objetos de metal."
6	DIFERENÇA PILHA/ELETRÓLISE	"Na pilha utilizamos a reação química para produzir energia elétrica. E na eletrólise utilizamos a energia elétrica para produzir uma reação química."

FONTE: Elaborado pelo autor.

Na questão inicial, igual à do pré-teste, que tinha por finalidade verificar se houve o aprendizado do conceito eletroquímica, de forma inesperada observou-se que dois estudantes responderam que não sabiam o que era a eletroquímica, sendo que ao longo de ambas as abordagens houve discussões em que sempre era abordado e lembrado o significado de cada conceito, incluindo o de eletroquímica. A maioria da turma, por outro lado, aproximou-se da resposta esperada. Na resposta selecionada do Quadro 5, o estudante traz a eletroquímica como 'a mistura/junção de eletricidade e química', o que indica que ocorreu alguma associação entre o conceito e os assuntos que foram trabalhados em aula.

A segunda pergunta também era igual a do pré-teste e tratava de pilhas e baterias, sendo que no pré-teste observou-se que a maioria já tinha um conhecimento

prévio advindo do cotidiano. Contudo, no pós-teste, nenhum estudante apresentou o conceito exato de pilha e bateria, apesar de que tiveram mais segurança em afirmar que havia diferenças entre os dispositivos. Neste ponto chama a atenção a dificuldade de os estudantes associarem a pergunta com termos e/ou exemplos trabalhados na intervenção. Ainda assim, alguns alunos conseguiram estabelecer uma correlação, como por exemplo na resposta destacada no Quadro 5, onde apesar de afirmar que a 'pilha é um conjunto de baterias', o estudante fez a associação com a movimentação dos elétrons, que gera corrente elétrica, como visto em aula, descrevendo que 'as duas transformam elétrons em energia'. Ainda podemos pensar que com 'elétrons' ele quis se referir à energia química e a o termo 'energia' usado por ele se referia à energia elétrica, mostrando que, apesar de ter compreendido o princípio dos dispositivos, teve dificuldade para usar a terminologia correta.

Sobre a terceira questão, igual à questão 5 do pré-teste, que tratava da definição de íons, alguns estudantes ainda não souberam responder, mesmo que tenha sido um conteúdo estudado antes da intervenção. Alguns alunos descreveram um íon como uma carga positiva ou elétron positivo. Ainda assim, a maioria dos estudantes chegaram aproximadamente no conceito esperado, como no exemplo do Quadro 5, onde o estudante, apesar de referir-se aos íons como elementos da tabela periódica, classificou-os, 'os íons positivos cátions e íons negativos ânions', mostrando que houve construção de conhecimento.

A próxima pergunta, que também estava no pré-teste, tratava da ferrugem, e quase todos os alunos responderam corretamente, fazendo associações diversas. A grande maioria respondeu que se tratava da oxidação do ferro e alguns tentaram explicar sobre o 'contato do ferro com o oxigênio' ou ainda que se tratava de uma reação do oxigênio no ferro. Alguns não souberam relacionar com o oxigênio em específico, descrevendo que seria 'quando o ferro entra em contato com o ar' ou até mesmo 'com algum elemento', mostrando que sabiam se tratar de uma reação que acontece com o metal exposto à atmosfera.

Na pergunta sobre eletrólise (questão 5), vemos novamente uma dificuldade observada também no grupo A, em que alguns estudantes não conseguiram se expressar corretamente e muitos declararam não saber responder. Onde em ambas as abordagens foram trabalhados exatamente sobre os mesmos pontos da teoria e exemplificado da mesma forma. Uma grande maioria fez a associação com o experimento, mas sem o uso de terminologia adequada, somente dizendo que 'se trata de um processo químico para desenferrujar metal' ou ainda 'que é feita com solução

aquosa', sendo possível inferir que a compreensão desse fenômeno a partir da intervenção foi superficial.

Na questão 6, que tratava de diferenciar os tipos de processos eletroquímicos (pilha e eletrólise), mesmo que alguns estudantes tenham relatado não saber ou não lembrar, a maioria tentou relacionar com os experimentos realizados em aula. Especialmente a eletrólise demonstrou ter marcado muito os estudantes por desenferujar um metal, inclusive um aluno se referiu à eletrólise diminuir a oxidação do ferro. Em relação à pilha, os estudantes descreveram que ela produz energia ou que gera eletricidade e em alguns casos mencionaram sobre a espontaneidade. Na resposta destacada no Quadro 5 o estudante diferenciou corretamente os processos, utilizando terminologia adequada. Curiosamente, esse estudante não respondeu à questão anterior sobre o conceito de eletrólise, parecendo que o mesmo teve mais aprendizagem sobre a diferenciação entre os processos do que a definição de cada um deles, aonde não se conseguiu, também, fazer uma associação para se chegar aproximadamente nesta esperada definição. Chevalard (2003) argumenta sobre a complexidade de se transformar a produção da experimentação científica em teoria nas salas de aulas. Segundo Domingui (2012), esta transposição didática se caracteriza por um "conjunto de transformações e mecanismos de reestruturação e organização que os conhecimentos científicos passam para serem transformados em conhecimento escolar" (DOMINGUI et al., 2012, p.5).

Das questões de múltipla escolha, começando com a pergunta de número 7, que aborda a relação entre a energia elétrica e a movimentação de elétrons de diferentes formas, nenhum dos alunos acertou a resposta, possivelmente devido à dificuldade de interpretação da questão. Também não houve acertos na questão de número 13, que se referia ao experimento de eletrólise desenvolvido em aula, que induzia o estudante a pensar no que aconteceu com os eletrodos. De acordo com a resposta, os alunos acharam que a ferrugem se transferia para o outro metal através dos condutores, ou que o metal que perde a ferrugem volta a ser exatamente como era antes de sofrer a oxidação.

As questões 11 e 12 poucos alunos acertaram. A pergunta 11 se referia à movimentação dos elétrons na eletrólise para a obtenção do alumínio através da bauxita, que requeria que o aluno identificasse cátodo e ânodo a partir das reações de redução e de oxidação. A questão 12 se referia à reação de uma pilha atingir o equilíbrio, os poucos estudantes que acertaram conseguiram correlacionar com a

perda da capacidade de produzir energia elétrica. De acordo com as respostas das questões de múltipla escolha, podemos concluir que os conceitos e termos usados em aula podem não ter ficado claros, o que pode ser devido à atenção dos estudantes ter se direcionado mais para a produção dos experimentos em si do que para o entendimento dos mesmos e do conteúdo relacionado.

Quadro 6 - Questões 8, 9 e 10 do pós-teste GRUPO B.

Nº DA QUESTÃO	ASSUNTO	EXEMPLO DE RESPOSTA
8	DURAÇÃO DA PILHA	"Não, uma pilha produz energia elétrica até seu sal mineral acabar ou quando encontra seu equilíbrio químico."
9	ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE DA ELETRÓLISE	"Aumentando a voltagem faz com que as moléculas se agitem."
10	OXIRREDUÇÃO	"A oxirredução é a reação em que um metal acaba reduzindo e oxidando quando perde elétrons."

FONTE: Elaborado pelo autor.

O Quadro 6 apresenta alguns exemplos de respostas às últimas questões, que eram perguntas abertas. Na questão 8, que tratava da duração da pilha, por se tratar de um material de uso comum, observou-se uma associação clara das respostas com a vivência do cotidiano, ao responderem que não durava para sempre e que era recarregável, mesmo não usando os termos corretos. Muitos ainda tentaram relacionar com os experimentos, dizendo que os metais iriam acabar em algum momento. Tal como no exemplo de resposta, alguns chegaram perto do esperado escrevendo que seria quando a reação atingisse seu equilíbrio químico, mas na resposta que consta na tabela o estudante tentou ainda relacionar com os reagentes do sistema.

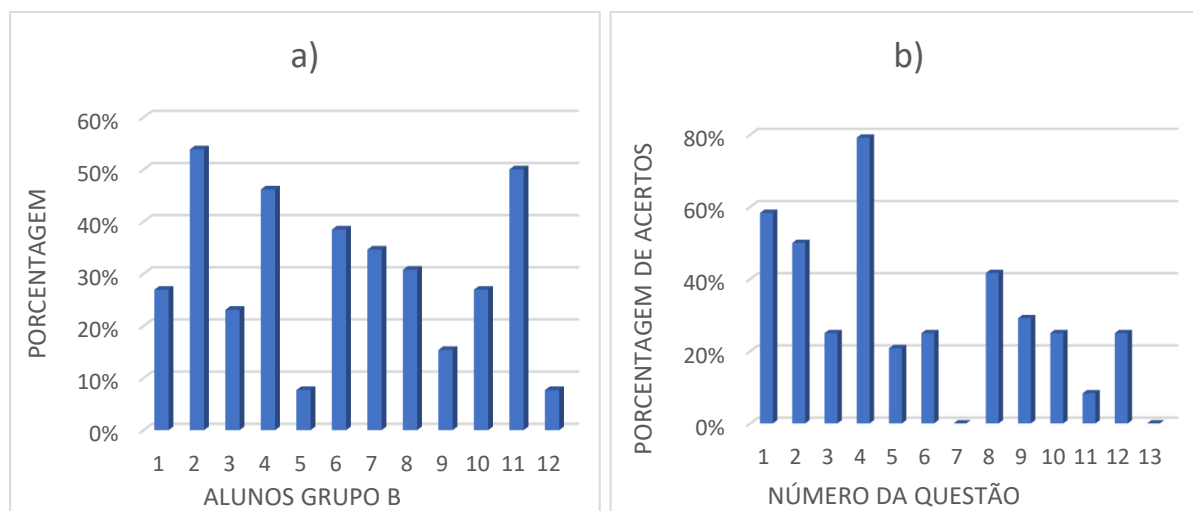
A questão 9 desafiava o aluno a pensar em uma maneira de acelerar o sistema de eletrólise, onde ele teria que correlacionar com o fato de a reação ser não espontânea e demandar uma fonte externa. Alguns não conseguiram responder corretamente, mas a maioria, como na resposta exemplo, descreveu que ao aumentar a voltagem (também usaram o termo potência), aceleraria a reação, e ainda relacionaram com a maior agitação das moléculas, e que tudo isso faria a reação

acontecer 'com mais força'. Essas respostas indicam que em sua maioria os estudantes conseguiram compreender que a eletrólise é um processo não espontâneo.

Por fim, a décima questão abordava as reações de oxirredução e seu conceito. Dois estudantes responderam que não sabiam ou não lembravam, um deixou em branco, e alguns poucos tentaram correlacionar com algum experimento, dizendo que seria 'a redução de óxidos', ou que é a 'transferência de elétrons de um material para outro', ou 'o ganho e perda de elétrons'. Os restantes, de alguma forma, chegaram mais perto da resposta correta dizendo que seria 'a oxidação do ferro e redução da ferrugem', ao tentar correlacionar com o experimento.

Seguindo com o mesmo método de comparação dos testes anteriores, foi produzido um gráfico com a porcentagem de acertos de cada indivíduo e de cada questão, para facilitar as supostas conclusões em relação a construção de conhecimento em cada abordagem.

Figura 7 - Percentual de acertos dos estudantes do grupo A, sendo em a) por questão do pré-teste em relação aos 12 respondentes deste questionário e em b) por aluno do grupo em relação às 13 questões do pós-teste.



FONTE: Elaborado pelo autor.

Novamente podemos observar que mesmo em questões em que os estudantes já tinham algum conhecimento do seu cotidiano, por exemplo na questão sobre a ferrugem, a porcentagem de acertos aumentou quase 10%, um aumento maior que o do Grupo A. Também comparando a questão de número 2, do pré-teste, com a 10, do pós-teste, que se tratava de reações de oxirredução, observamos um ganho de 33% após a intervenção com o Grupo B, também um aumento maior que do grupo A.

Por outro lado, ao analisar a Figura 7a, percebemos que dois estudantes, somente, alcançaram ou excederam os 50% de acertos. Ainda podemos observar que neste grupo a diferença de aprendizagem entre os integrantes do mesmo foi bastante notável.

Assim como no pós-teste do grupo A, este continha uma pergunta para saber a opinião dos alunos referente a aula como um todo. As notas atribuídas para a aula foram de 7 a 10 pontos. Dentre as respostas, foi unânime a opinião positiva sobre a 'dinâmica' da aula, com os indivíduos descrevendo que gostariam de mais atividades com essa abordagem, relatando que 'com esta dinâmica fica mais fácil de entender' ou até mesmo descrevendo que 'vendo a química na prática fica melhor de entender'. Independente da nota atribuída, todos trouxeram avaliações positivas, relatando a preferência por esse tipo de aula e que a aprendizagem era muito facilitada desta forma. Por outro lado, dois alunos trouxeram, além dos aspectos positivos, um argumento que também foi reportado pelo grupo A, em que 'foi pouco tempo de aula' ou que 'a aula foi muito rápida contendo muito conteúdo, mesmo que a explicação foi muito boa'. Desta forma, podemos inferir que houve um retorno muito positivo dos estudantes em relação à abordagem proposta, mesmo que a análise dos dados não tenha sido conclusiva a respeito da efetiva aprendizagem.

4.3 Comparação entre os grupos A e B

Para começarmos uma comparação entre os grupos, temos que relembrar as diferenças entre os mesmos e também como foi o comportamento de cada grupo durante a aplicação de cada abordagem, na tentativa de observar todos os parâmetros que poderiam influenciar nos dados coletados em cada caso. No grupo A, tivemos a aplicação da abordagem demonstrativa, que se caracteriza por passar o conteúdo ao quadro e demonstrar tanto exemplos como os experimentos, com os alunos observando o mesmo (ARAÚJO; ABIB, 2003). Já para o grupo B, foi aplicado a abordagem interativa-investigativa, que se aplica como se fosse um laboratório, onde os alunos receberam roteiros experimentais e, mesmo que parte do conteúdo tenha sido explicado e exemplificado pelo professor, os alunos conduziram a maior parte das discussões, produzindo também os experimentos com as próprias mãos.

No primeiro grupo, os estudantes estavam muito ansiosos e curiosos para saber o que iríamos trabalhar e de que forma, e mesmo depois de se ter apresentado a eles

como iria funcionar a respectiva aula, os mesmos ainda ficaram entusiasmados e tentaram se dedicar ao máximo, um ajudando o outro, se cobrando principalmente quando alguém perdia a atenção e conversava, por exemplo. Desta forma, podemos concluir que o grupo A estava se dedicando ao máximo, tanto em participação, quanto no interesse pelo assunto, fazendo perguntas, esclarecendo dúvidas, e com os experimentos não foi diferente, todos vieram mais perto para observar e também para fazer suas perguntas, mesmo que fosse para ter certeza que sua conclusão sobre o que estava acontecendo estava certa.

Analisando o grupo B, já fazendo a comparação direta entre os grupos, observou-se que, com o mesmo apreço, os alunos começaram empolgados, também querendo saber o que iria acontecer e sobre o que iriam aprender. Depois de serem apresentados ao formato que seria conduzida a aula, pareceram gostar, com um certo brilho no olhar, mas durante as explicações iniciais observou-se que a atenção/foco nem sempre era para o que estava acontecendo, e sim para o que iria acontecer. Ou seja, eles pareciam estar prestando atenção mais nos experimentos e nos materiais que usariam para construí-los, e isso acabou prejudicando um pouco a compreensão dos fundamentos teóricos envolvidos, necessários para compreender o que aconteceria no experimento, o que talvez não iria acontecer se estes estudantes já estivessem acostumados a esse ambiente de experimentação. Com isso, se observou uma maior participação desse grupo na execução dos experimentos e, por consequência disto, surgiram muitas dúvidas sobre o que estava acontecendo, demandando explicar novamente a teoria, partindo das discussões geradas a partir das observações nos grupos.

Essas observações vão de encontro à ideia de Pozo (1998), que argumenta que o ensino por investigação combina aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais. Ao comparar as diferentes abordagens, observou-se que o comportamento dos indivíduos foi diferente entre os grupos e isto pode ser um ponto que influenciou nos dados obtidos. Como em qualquer pesquisa, precisamos da dedicação do pesquisado, como diz Ventura (1992), que buscando uma melhor eficácia desta abordagem experimental é preciso a participação dos alunos, além disso, é de extrema importância que o professor tenha um preparo adequado. É possível que os estudantes do grupo B não tenham prestado a atenção necessária em alguns momentos da aula, o que fez com que apresentassem dificuldades para relacionar os conceitos com a prática. No grupo A, os estudantes mantiveram a sua atenção para

o que estava acontecendo, não tendo muitas dispersões. Ainda no grupo B, podemos concluir que foi a primeira aula em que esses estudantes tiveram uma experiência parecida com a de uma prática em um laboratório, o que pode ter direcionado a atenção deles para os aspectos mais práticos da execução dos experimentos.

Com os dados percentuais de acertos obtidos nos testes, foi feita uma média destes resultados. O grupo A teve uma média global de 14% de acertos no pré-teste e de 27% no pós-teste, sabendo que a quantidade de questões e aprofundamento no conteúdo foi diferente entre os testes. Já no grupo B, no pré-teste houve uma média de 29% de acertos, e o mesmo percentual no pós-teste. Apesar de o percentual de acertos ter sido igual, o número de questões e grau de aprofundamento foi maior no pós-teste, sugerindo que, em ambos os casos, houve aprendizagem com a intervenção. Em relação à avaliação dos estudantes a respeito de cada abordagem, foi unânime entre os dois grupos que foi pouco tempo de aula para muito conteúdo, concluindo que as abordagens, ao invés de serem aplicadas em uma aula de dois períodos, poderiam ter sido distribuídas em pelo menos dois encontros de dois períodos cada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após este estudo de comparação entre as abordagens experimentais demonstrativa e interativa-investigativa para o ensino de eletroquímica em nível de segundo ano do ensino médio, se observou que para ambos os grupos houve algum aprendizado em relação ao uso de termos e conceitos, sendo que para o grupo B houve uma maior dispersão dos estudantes durante a intervenção.

Os sistemas experimentais foram construídos com materiais de fácil acesso, na forma de um 'kit' para a abordagem demonstrativa, onde o professor que construiu o experimento, e seis 'kits' para a abordagem interativa-investigativa, onde os próprios alunos realizavam os experimentos em sala de aula com apoio de um roteiro experimental. Em relação à aplicação das intervenções, foi planejado usufruir do menor tempo possível de modo a não interferir no planejamento anual da professora regente, que não contemplava a eletroquímica na previsão dos conteúdos a serem ministrados. Contudo, de acordo com as observações feitas durante a aplicação das intervenções e segundo a opinião dos estudantes, seria mais proveitoso dispor de mais tempo para aplicação das intervenções, para ambas as abordagens avaliadas.

Mesmo com os desafios enfrentados ao longo do planejamento e aplicação das intervenções, a partir das observações em sala de aula e dos resultados das ferramentas diagnósticas, foram obtidos dados que proporcionaram uma discussão importante a respeito do uso da experimentação no ensino de eletroquímica. Cada abordagem tem suas peculiaridades, porém observou-se em ambos os casos a importância da interação aluno-professor-aluno para que, em uma ação e reação, os conhecimentos sejam adquiridos e assim a aprendizagem seja construída.

Comparando-se os resultados em termos de aprendizagem entre as abordagens demonstrativa e interativa-investigativa, mensurados a partir das ferramentas diagnósticas, não se observou muita diferença entre os dois grupos. Contudo, nas respostas do pós-teste do grupo A obteve-se mais uso dos conceitos e termos do que o outro grupo, que possuiu mais dificuldade de fazer o mesmo, usufruindo mais da relação dos experimentos para as respostas, deixando claro esta manifestação das

abordagens aplicadas. Sobre essa diferença, verificou-se que durante a intervenção com o grupo B os estudantes perderam um pouco o foco nas explicações do professor, distraíndo-se com os materiais a serem utilizados posteriormente.

Por conseguinte, este trabalho conseguiu comparar duas distintas abordagens para o uso de ferramentas experimentais, pontuando suas diferenças e características a partir dos resultados obtidos. Contemplando desde a descrição do planejamento, da elaboração das ferramentas e aplicação, este trabalho oferece também a possibilidade do professor fazer do uso de qualquer uma delas, ou inclusive das duas, em sua aula, para abordar a eletroquímica usando a abordagem que achar mais construtiva, levando em conta o perfil dos seus estudantes.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Bruno. Terminologia e organização do conhecimento. **Revista Linha d'Água**, v. 34, n. 2, p. 26-46, 2021.
- ALMEIDA, Suzyanne Brito; SOUZA, Bruna Victória de; CHAVES, Francisco Everton dos Santos; FEITOSA, Francisco Leonardo; BIZERRA, Ayla Marcia Cordeiro. EXPERIMENTAÇÃO: uma proposta de intervenção didática para o ensino de química, 2018.
- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de física*, v. 25, p. 176-194, 2003.
- BERRY, Thomas e cols. Avaliação pré-teste. **American Journal of Business Education (AJBE)**, v. 1, n. 1, pág. 19-22, 2008.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRAGANÇA, Michell Henrique de et al. Concepções de egressos da licenciatura em Química sobre eletroquímica. 2013.
- BRANCO, Emerson Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 3, p. 58-77, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de Ciências por Investigação: uma estratégia Pedagógica para Promoção da Alfabetização científica nos Primeiros Anos do ensino Fundamental. *Revista Ensaio, Belo Horizonte*, v. 18, n. 1, p. 123-146, jan-abr./2016
- CALIANI, Fernanda Miranda; BRESSA, Rebeca de Carvalho. Refletindo sobre a aprendizagem: as teorias de Jean Piaget e David Ausubel. In: **Colloquium Humanarum**. 2017. p. 671-677.
- CASAGRANDE, Ana Lara; ALONSO, Katia Morosov; SILVA, Danilo Garcia da. Base nacional comum curricular e Ensino Médio: reflexões à luz da conjuntura

- contemporânea. **Revista Diálogo Educacional**, v. 19, n. 60, p. 407-425, 2019.
- Carter, C. et. al. (2000). *Keys to Effective Learning*. 2 ed. Ed. New Jersey, Prentice Hall.
- CHASSOT, A. I. et al. Química do Cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didática alternativo. *Espaços da Escola*, n.10, p.47-53, 1993.
- CHEVALLARD, I. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- DA SILVA ARAUJO, Maria Eloisa et al. ELETROQUÍMICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 1478-1483, 2021.
- DA SILVA FERREIRA, Adryele; GONÇALVES, Alécia Maria; SALGADO, Jeisa Tainara Schaefer. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, 2021.
- DE LIMA YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy; DA COSTA NUNES, Antônio Euder. Dificuldade em química e uso de atividades experimentais sob a perspectiva de docentes e alunos do ensino médio no interior do Amazonas (Coari). **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, 2019.
- DE LUCA, Anelise Grünfeld et al. Experimentação contextualizada e interdisciplinar: uma proposta para o ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 1, n. 2, 2018.
- DE MELO LEAL, Geovane et al. As tics no ensino de química e suas contribuições na visão dos alunos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3733-3741, 2020.
- DOMINGUINI, L.; GIASSI, M. G.; MARTINS, M. C.; GOULART, M. L. M. O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades. *Cadernos de Pesquisa em Educação - PPGE/UFES*. Vitória, ES. a. 9, v. 18, n. 36, p. 133-146, jul./dez. 2012.
- FERREIRA, Carlos Augusto Lima. Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação. **Revista Mosaico-Revista de História**, v. 8, n. 2, p. 113-121, 2015.
- FIGUEROA, D. e Gutiérrez, G. (1992). "Demostraciones de Física: Elemento motivador en la formación del docente". *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 14 (4): 253-256.
- FRAUCHES-SANTOS, Cristiane et al. A corrosão e os agentes anticorrosivos.

Revista virtual de química, v. 6, n. 2, p. 293-309, 2014.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GASPAR, Alberto; DE CASTRO MONTEIRO, Isabel Cristina. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em ensino de ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells *Journal of Chemical Education*, [S.l.], v. 29 (10), p. 1079 - 1099, 1992.

GUIMARÃES, Lucas Peres; DE CASTRO, Denise Leal. Lavoisier e a experimentação demonstrativa investigativa: uma estratégia didática envolvendo o ensino da lei de conservação das massas. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, 2019.

GONÇALVES, F.P; GALIAZZI, M.C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R., *Educação em Ciências- Produção de Currículos e Formação de Professores*, Ijuí: Unijuí, 2004, p.237-252.

GONÇALVES, F. P. et al. O texto de experimentação na educação em química: discursos pedagógicos e epistemológicos. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de PósGraduação em Educação Científica e Tecnológica, 2005.

JANKE, Rafaela Vogel Vieira et al. A eletroquímica como fonte de energia no cotidiano do ser humano. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 2, p. 67-76, 2020.

KUPFER, Maria Cristina. *Freud e a Educação – O mestre do impossível*. São Paulo: Scipione, 1995.

LACERDA, J. R. L.; REIS, R. P.; SANTOS, M. A. B. Utilização de produtos naturais da região do Xingu-PA em experimentos didáticos para o ensino de química orgânica. *Scientia Plena*. v. 12, n. 6, p. 1- 14, 2016.

LEAL, Rodrigo Rozado; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina; PEDROSO, Giovanni Bressiani. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escolafederal em Santa Maria/RS. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 6, p. 142- 162, 2019.

NUNES, A. S.; Adorni, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: *Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans*, 2010, Vitória da Conquista,

- BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.
- MENDONÇA, Andressa Ferreira; SILVA, Lenilson Oliveira Paula. Uma Visão dos alunos sobre o uso da experimentação no ensino de química. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Itumbiara**, 2011.
- MERÇON, Fábio. A experimentação no ensino de química. **IV ENPEC**, 2003.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELI, L.I. A Proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos, *Química Nova*, 23, 2, 273-283, 2000.
- OLIVEIRA, J. R. S.– Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 139-156, 2010.
- PEREIRA, Boscoli Barbosa. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v. 9, n. 11, 2010
- PIAGET, J.; Piaget on Piaget: The Epistemology of Jean Piaget; Filme de Claude Goretta para a Yale University, 1977.
- PIRES, Renato et al. EDUCAÇÃO É A BASE: BASE COMUM CURRICULAR (BNCC) IMPORTÂNCIA E CONTEXTO HISTÓRICO. 2022.
- POZO, J. I. (Org.). A solução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- RICARDO, E. C. Implementação dos PCN em sala de aula: dificuldades e possibilidades. *Cad. Bras. Ensino Fís.*, v.4, n.1, 2003.
- ROCHA, J.S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016. <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Último acesso em 11 de novembro de 2023.
- SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 190 – 197, 2009.
- SILVA, L.H.de A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 p.
- SILVA, Vinícius Gomes da. A importância da experimentação no ensino de química e ciências. 2016.

- SILVEIRA, Felipe Alves; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Uma revisão sistemática da literatura da inter-relação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 484-507, 2023.
- SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2004.
- TICIANELLI, Edson Antonio. **Eletroquímica: Princípios e Aplicações Vol. 17**. Edusp, 1998
- VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.
- Ventura, P. C. S. e Nascimento, S. S. (1992). "Laboratório Não Estruturado: uma abordagem do ensino experimental". Cad. Cat. Ens. Fís., 9 (1): 54-60.
- WESENDONK, F. S. O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio. 2015, 298 f, Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2015.

7 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE I – PRÉ TESTE

PRÉ-TESTE

1. Você conhece eletroquímica? Explique o que você se lembra disto?

2. Já estudou sobre reações de oxirredução? O que são?

3. Sabe o que é uma pilha ou uma bateria? Tem diferença entre elas? Explique.

4. Tem como em uma reação haver transferência de elétrons de uma espécie a outra?

5. O que é um íon? Explique.

6. O que é ferrugem? Como se forma?

7. (UFSCar modificada) Os números de oxidação do enxofre em H_2S , SO_2 , S_8 e Na_2SO_3 são, respectivamente:

- a) +2, +2, -8 e -4.
- b) -2, +4, zero, e +4.
- c) zero, +2, -4 e +3.
- d) +1, -4, -2 e -3.
- e) -6, -2, +8 e -5

7.2 APÊNDICE II – AULA DEMONSTRATIVA

Este plano de aula contempla, dentro de uma disciplina de química a nível de Ensino Médio, o conteúdo de eletroquímica, a ser abordado em uma aula com duração de dois períodos de 50 minutos. A aula será ministrada em uma turma do 2º ano do curso técnico em contabilidade da Escola Técnica Estadual Portão (ETEP). Com o intuito de utilizar uma abordagem do tipo demonstrativa, essa aula terá uma prática experimental a ser realizada pelo professor englobando dois tipos de sistemas eletroquímicos, a pilha e a célula eletrolítica.

58

Essa aula tem por objetivo contemplar as habilidades e competências da Base Nacional

Comum Curricular (BNCC) para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias referidas a seguir.

Competência geral: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Competências específicas: **Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação.**

Habilidade: EM13CNT308

Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Nesse documento serão apresentados os objetivos de aprendizagem, os pré-requisitos em termos de conhecimentos prévios necessários para a compreensão dos conteúdos, o eixo temático, a metodologia junto com a sequência didática que será desenvolvida, o modo avaliativo deste planejamento e as bibliografias que foram utilizadas.

1. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Ao final da sequência didática, o aluno deverá ser capaz de:

- Compreender os principais fundamentos teóricos da eletroquímica;
- Identificar diferenças entre pilhas e células eletrolíticas e suas específicas aplicações;
- Compreender o princípio de funcionamento e utilidade das células eletroquímicas a partir da realização dos experimentos;
- Exercitar a investigação científica para produção de novos conhecimentos.

2. PRÉ-REQUISITOS

No início da sequência didática, é necessário para o aluno:

- Conhecer e determinar número de oxidação (NOX).
- Escrever reações iônicas.

3. EIXO TEMÁTICO

Essa aula é parte integrante do eixo temático “Eletroquímica”. Os tópicos a serem abordados nessa aula serão:

- Eletroquímica;
- Pilha;
- Eletrólise.

4. METODOLOGIA

Em um momento de mobilização do conhecimento será trabalhado sobre o que os alunos já sabem e apresentados os principais conceitos de eletroquímica. Será instigado, com perguntas, o que se pretende alcançar com a construção do conhecimento. Assim, a aula decorrerá sob uma abordagem demonstrativa, com o conteúdo sendo trabalhado de forma expositiva com alguns exemplos e com esclarecimentos referentes a supostas dúvidas que podem surgir no decorrer da aula. Será trabalhado o conteúdo de eletroquímica apresentando os dois principais tipos de sistemas eletroquímicos. A seguir serão apresentados pelo professor dois experimentos, um de uma reação espontânea (pilha) e outro de uma reação não espontânea (eletrólise), de forma demonstrativa. Com esta abordagem se espera que o estudante, juntamente com os demais colegas, tire suas dúvidas e consiga, desta forma, trabalhar bem os termos e funcionamento da eletroquímica nas suas diferentes aplicações. Os experimentos foram planejados utilizando materiais de fácil acesso e serão realizados pelo professor em sala de aula, de forma demonstrativa.

Para a conclusão desta aula, depois dos experimentos realizados será discutido as características gerais de cada experimento e suas principais diferenças, fazendo uma retomada de termos e detalhes importantes sobre cada parte do conteúdo trabalhado até aqui. Ao final da aula os estudantes irão responder um questionário relacionado com o conteúdo e com os experimentos demonstrados (Anexo).

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa	Ação
Primeiro momento	Conceituação básica de eletroquímica. Nesta ocasião se faz necessário situar os estudantes sobre o que será abordado em aula e também retomar os pré-requisitos.

Segundo momento	Pilha: aprofundamento sobre o assunto com desenvolvimento de uma demonstração experimental de uma reação espontânea.	Eletrólise: aprofundamento sobre o assunto com desenvolvimento de uma demonstração experimental de uma reação não espontânea.
Terceiro momento	Retomada dos tópicos trabalhados e discussão junto com suas aplicações. Resolução do questionário.	

6. AVALIAÇÃO

Os estudantes serão avaliados pela participação nas atividades e na discussão dos resultados junto com a correlação do conteúdo com o cotidiano, mais a entrega das questões ao final da aula.

7. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CHAGAS, Aécio Pereira. Os 200 anos da pilha elétrica. **Química Nova**, v. 23, pág. 427-429, 2000.

FERNANDES, Ricardo Ferreira. Eletrólise. **Revista de Ciência Elementar**, v. 3, n. 1, 2015.

HOLANDA, Jaqueline Moraes et al. Experimentação como ferramenta de intervenção em aula de química. 2021.

KRÜGER, Verno; LOPES, Cesar Valmor Machado; SOARES, Alexandre Rodrigues. PARA O ENSINO MÉDIO.

SILVA, Thiago Ramos da. **Atividade experimental em eletrólise para o ensino de química: abordagem para uma educação ambiental na escola**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

8. ANEXO

Questionário

1. Em que sentido os elétrons se deslocaram no experimento?
2. Por que diferentes tipos de metais foram utilizados para que a pilha funcionasse?
3. Por que o charuto de cobre não pode encostar no zinco?
4. Quem está sofrendo redução? E oxidação?
5. Em que sentido os elétrons percorrem pelos fios e terminais?
6. Por que um metal reduziu e outro oxidou? E por que o metal limpo foi colocado no terminal positivo e o outro no negativo?
7. Onde poderíamos usar este experimento em seu cotidiano?

7.3 APÊNDICE III – AULA INTERATIVA-INVESTIGATIVA

Este plano de aula contempla, dentro de uma disciplina de química a nível de Ensino Médio, o conteúdo de eletroquímica, a ser abordado em uma aula com duração de dois períodos de 50 minutos. A aula será ministrada em uma turma do 2º ano do curso técnico em contabilidade da Escola Técnica Estadual Portão (ETEP). Com o intuito de utilizar uma abordagem do tipo interativa-investigativa, essa aula envolverá uma prática experimental a ser realizada pelos estudantes englobando dois tipos de sistemas eletroquímicos, a pilha e a célula eletrolítica.

Essa aula tem por objetivo contemplar as habilidades e competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias referidas a seguir.

Competência geral: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Competências específicas: **Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação.**

Habilidade: EM13CNT308

Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais,

culturais e ambientais.

Nesse documento serão apresentados os objetivos de aprendizagem, os pré-requisitos em termos de conhecimentos prévios necessários para a compreensão dos conteúdos, o eixo temático, a metodologia junto com a sequência didática que será desenvolvida, o modo avaliativo deste planejamento, as bibliografias que foram utilizadas e os roteiros experimentais em anexo.

1. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Ao final da sequência didática, o aluno deverá ser capaz de:

- Compreender os principais fundamentos teóricos da eletroquímica;
- Identificar diferenças entre pilhas e células eletrolíticas e suas específicas aplicações;
- Compreender o princípio de funcionamento e utilidade das células eletroquímicas a partir da realização dos experimentos;
- Exercitar a investigação científica para produção de novos conhecimentos.

2. PRÉ-REQUISITOS

No início da sequência didática, é necessário para o aluno:

- Conhecer e determinar número de oxidação (NOX).
- Escrever reações iônicas.

3. EIXO TEMÁTICO

Essa aula é parte integrante do eixo temático “Eletroquímica”. Os tópicos a serem abordados nessa aula serão:

- Eletroquímica;
- Pilha;
- Eletrólise.

4. METODOLOGIA

Em um momento de mobilização do conhecimento será trabalhado sobre o que os alunos já sabem e apresentados os principais conceitos de eletroquímica. Será instigado, com perguntas, o que se pretende alcançar com a construção do conhecimento. Assim, os alunos deverão, a partir dos roteiros experimentais, organizar-se em grupos e reproduzir os experimentos, realizando uma análise crítica sobre o que, como e porque determinada situação está acontecendo. Com esta abordagem interativa-investigativa se espera que o estudante, juntamente com os demais colegas, tire suas conclusões através de debates, leitura, prática e uma instigação/auxílio do professor, que irá atuar como mediador das ideias gerais a fim de direcionar para os caminhos mais adequados. 63

Os experimentos foram planejados utilizando materiais de fácil acesso, que poderão ser

disponibilizados pelo professor ou trazidos pelos estudantes. Neste caso os materiais serão disponibilizados pelo professor. Buscando transformar espaços escolares variados em possíveis laboratórios, esses experimentos serão realizados em sala de aula.

Para a conclusão desta aula, depois dos experimentos realizados serão discutidas as características gerais de cada experimento e suas principais diferenças, fazendo uma relação com os tópicos apresentados na mobilização do conhecimento e propiciando a construção do conhecimento do conteúdo a partir da prática. Os roteiros experimentais estão em anexo ao final deste plano.

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa	Ação	
Primeiro momento	Conceituação básica de eletroquímica. Nesta ocasião se faz necessário situar os estudantes sobre o que será abordado em aula e também retomar os pré-requisitos.	
Segundo momento	Pilha: aprofundamento sobre o assunto com desenvolvimento de uma prática experimental de uma reação espontânea.	Eletrólise: aprofundamento sobre o assunto com desenvolvimento de uma prática experimental de uma reação não espontânea.
Terceiro momento	Retomada das diferentes características dos tópicos trabalhados e discussão das mesmas junto com suas aplicações. Em seguida desta aula, mais precisamente na próxima semana, será aplicado o pós-teste, para a averiguação dos conhecimentos produzidos.	

6. AVALIAÇÃO

Os estudantes serão avaliados pela organização na realização dos experimentos, participação na discussão dos resultados e correlação do conteúdo com a prática e com o cotidiano, juntamente com a entrega das questões ao final de cada roteiro experimental.

9. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CHAGAS, Aécio Pereira. Os 200 anos da pilha elétrica. **Química Nova**, v. 23, pág. 427-429, 2000.

FERNANDES, Ricardo Ferreira. Eletrólise. **Revista de Ciência Elementar**, v. 3, n. 1, 2015.

HOLANDA, Jaqueline Moraes et al. Experimentação como ferramenta de intervenção em aula de química. 2021.

KRÜGER, Verno; LOPES, Cesar Valmor Machado; SOARES, Alexandre Rodrigues. PARA O ENSINO MÉDIO.

SILVA, Thiago Ramos da. **Atividade experimental em eletrólise para o ensino de química: abordagem para uma educação ambiental na escola**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

10. ANEXO

Roteiro de aula prática: construção de uma pilha e de uma célula eletrolítica

Objetivo geral:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para compreender o funcionamento de uma pilha e de uma célula eletrolítica e diferenciá-las, para então formular e resolver problemas vinculados com a oxidação de metais, que podem resultar ou em ferrugem ou em corrosão, fazendo do uso da eletrólise para inverter a reação desenvolvida na superfície de determinado metal.

PARTE 1: Construção de uma pilha

1. Reagentes e materiais:

- Lata de alumínio;
- Fios de cobre;
- Papel toalha;
- Água;
- Sal de cozinha;
- Um multímetro (conduzido pelo professor).

2. Introdução

Dentro dos saberes da eletroquímica estudamos um dispositivo chamado pilha. Este dispositivo pode fazer alguns equipamentos eletrônicos funcionarem porque no seu interior acontece uma reação química espontânea em que há transferência de elétrons, a partir da qual é possível transformar energia química em energia elétrica. Do mesmo modo acontece com as baterias, porém gerando uma tensão elétrica maior.

Isto acontece através de uma reação de oxirredução. Com a presença de alguns tipos de metais acontece uma redução, onde uma espécie química tem a capacidade de receber elétrons, e uma oxidação, onde uma espécie química possui a capacidade de doar elétrons. Desta forma, com a movimentação dos elétrons de um lado para o outro, é gerada uma corrente elétrica que pode fazer diversos dispositivos funcionarem.

Componentes de uma pilha qualquer

- **Ânodo:** é um dos polos da pilha que irá sofrer o processo de oxidação, ou seja, aquele que perde os elétrons;
- **Cátodo:** é um dos polos da pilha que irá sofrer o processo de redução, ou seja, aquele que recebe os elétrons. Geralmente, apresenta uma mistura pastosa com íons capazes de sofrer redução;
- **Condutor de elétrons:** é o material por onde os elétrons percorrem o caminho do ânodo até o cátodo gerando a corrente elétrica.

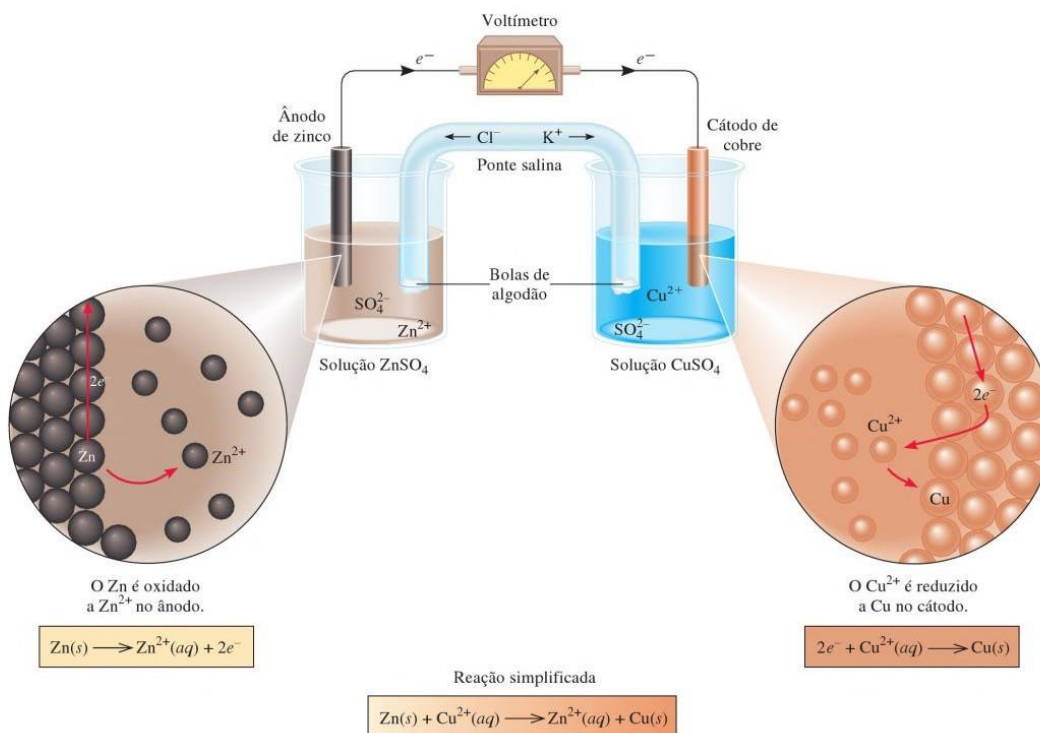


Imagem de uma pilha galvânica

FONTE: CHANG, Raymond. **Química geral**. AMGH Editora, 2009.

3. Procedimento experimental

- Primeiramente identifique seus materiais: lata de alumínio, fios de cobre, água, sal, papel toalha e multímetro (com o professor) para testes.
- Com um papel toalha, fazer um charuto que caiba dentro da lata. Envolver o mesmo com fio de cobre deixando uma ponta para fora. Enrolar o cobre com mais papel toalha para que o mesmo não toque no alumínio da lata.
- Em seguida, adicionar 5 colheres de sal cheias na lata. Em seguida, adicionar água até um dedo abaixo do furo da mesma.
- Adicionar o charuto de cobre dentro da lata, de maneira que fique submerso no líquido. Muito cuidado para que o cobre não encoste no alumínio da lata.
- Em seguida, utilizar o multímetro (medidor de tensão) para medir a tensão elétrica da pilha e para identificar o polo positivo e o negativo.
- Anotar todas as observações possíveis e debates gerados com colegas e professores.

4. Questionário

8. Em que sentido os elétrons se deslocaram no experimento?
9. Por que diferentes tipos de metais foram utilizados para que a pilha funcionasse?
10. Por que o charuto de cobre não pode encostar no zinco?
11. Quem está sofrendo redução? E oxidação?

PARTE 2: Eletrólise aquosa

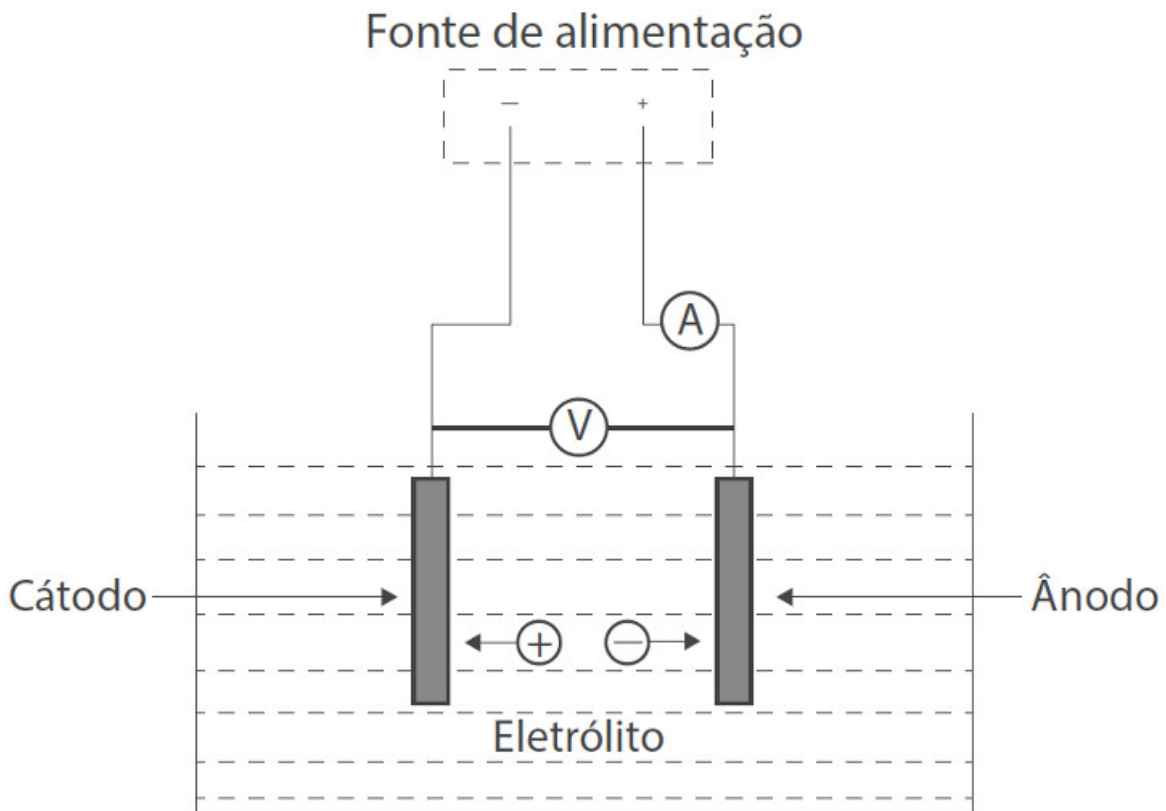
1. Reagentes e materiais:

- Água;
- Sal;
- Fonte de energia;
- Pote plástico;
- Garras (terminais de energia);
- Metal a ser limpo (oxidado);
- Metal de sacrifício (metal limpo);
- Colher.

2. Introdução

Eletrólise significa, do grego, decomposição por ação da eletricidade, e se trata de uma reação não espontânea, forçada por eletricidade. A energia elétrica é transformada em energia química, o contrário que acontece com as pilhas. No cotidiano, este processo é muito usado na preparação e purificação de metais, como por exemplo, na obtenção do alumínio a partir do mineral bauxita, ou no refino de cobre na etapa final da extração, e até mesmo na limpeza de metais que estão com alto nível de corrosão.

Existem dois tipos de eletrólise, a ígnea e a aquosa. A eletrólise ígnea se refere em colocar uma substância iônica no estado líquido em uma cuba eletrolítica e submetê-la ao seu ponto de fusão, para que aconteça a dissociação da mesma. Já a eletrólise aquosa se utiliza também uma substância iônica só que para dissociá-la é colocado em contato com a água. A principal diferença entre os dois tipos, é que a ígnea somente a substância iônica que se dissocia e na aquosa além desta substância, a água é dissociada também. Em seguida, ambos tipos de eletrolises são ligados a uma fonte, obtendo um eletrodo catodo (positivo) e outro ânodo (negativo). A movimentação dos elétrons acontece de um eletrodo pro outro, forçando uma reação química dentro da substância aquosa.



3. Procedimento experimental

- Primeiramente identifique seus materiais: pote plástico, tampa, metal limpo, metal enferrujado, água, sal, colher e terminais positivo e negativo.
- Com o seu pote plástico, irá enche-lo de água e em seguida colocar três colheres de sal, misturando tudo.
- No terminal positivo, fixar o metal limpo e em seguida colocar na tampa.
- No terminal negativo, fixar o metal enferrujado e em seguida colocar na tampa.
- Fixar a tampa plástica no pote, deixando os metais submersos no líquido já preparado.
- Por fim, ligar a fonte e anotar todas as observações sobre o que acontecer.

4. Questionário

12. Em que sentido os elétrons percorrem pelos fios e terminais?
13. Por que um metal reduziu e outro oxidou? E por que o metal limpo foi colocado no terminal positivo e o outro no negativo?
14. Onde poderíamos usar este experimento no cotidiano?

1. Explique o que é eletroquímica.

2. Sabe o que é uma pilha ou uma bateria? Tem diferença entre elas? Explique.

3. O que é um íon? Explique.

4. O que é ferrugem? Como se forma?

5. O que é eletrólise? Explique.

6. Qual a diferença entre pilha e eletrólise?

7. Para algum sistema ter de alguma forma energia elétrica precisa haver movimentação de elétrons. Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Os elétrons percorrem do eletrodo chamado cátodo para o anodo.
- b) A movimentação de elétrons acontece por causa da oxidação.
- c) O sentido desta movimentação será do positivo para o negativo.
- d) O sentido desta movimentação será do meio que está reduzindo para o que está oxidando.
- e) Só terá sentido específico nas pilhas.
- f) Só terá sentido específico na eletrólise.

8. Uma pilha produz energia elétrica para sempre? Explique.

9. Como poderíamos acelerar uma reação em um sistema de eletrólise? Explique seu pensamento em detalhes.

10. O que é oxirredução? Explique.

11. (Enem PPL 2016 modificado) A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de 1 000 °C. Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

A etapa de obtenção do alumínio ocorre no:

- a) Ânodo, com formação de gás carbônico.
- b) Cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
- c) Cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
- d) Ânodo, com fluxo de elétrons do ânodo para o cátodo.
- e) Cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.
- f) Ânodo, com sua reação de oxidação.

12. O que significa uma reação estar em equilíbrio químico?

- a) Reações que apresentam a mesma massa em comparação dos reagentes e produtos.
- b) Momento da reação que conseguimos utiliza-las para transformar energia química em elétrica.
- c) Significa que ela está produzindo produtos e consumindo reagentes.

- d) Momento da reação em que ela não produz mais energia, portanto a pilha para de funcionar.
- e) Significa que todas as substâncias da reação ficaram com o mesmo número de mols entre si.

13. Quando utilizamos uma eletrólise para desenferrujar um metal, podemos afirmar que:

- a) O metal é desenferrujado e fica exatamente como era antes, sem nenhuma perda.
- b) O processo impede que a reação (ferrugem) continue não reintegrando o que a mesma consumiu do metal.
- c) A ferrugem percorre o caminho dos fios e dos terminais para se ligar no outro metal.
- d) A ferrugem se desprende do metal e começa a boiar na solução, como um precipitado.
- e) Por se tratar de uma solução aquosa não terá movimentação de elétrons dentro da mesma, somente nos fios.

14. De 0 a 10, que nota você dá para a aula? Explique.