

Campus Duque de Caxias

Licenciatura em Química

Lucas Domingues de Almeida

Utilização de aulas
experimentais a partir de
recursos audiovisuais
durante a pandemia da
COVID-19: Uma proposta
para o Ensino de
Eletroquímica

Duque de Caxias

2022

LUCAS DOMINGUES DE ALMEIDA

UTILIZAÇÃO DE AULAS EXPERIMENTAIS A PARTIR DE RECURSOS
AUDIOVISUAIS DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UMA PROPOSTA PARA
O ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal do Rio de
Janeiro, como requisito para a obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Santos
Silva Júnior

Coorientadora: Prof. Ma. Mariana
Magalhães Marques

Duque de Caxias

2022

CIP - Catalogação na Publicação

- A447 Almeida, Lucas Domingues de
Utilização de aulas experimentais a partir de recursos
audiovisuais durante a pandemia da covid-19 : uma proposta para o
ensino de eletroquímica / Lucas Domingues de Almeida - Duque de
Caxias, RJ, 2022.
59 f. : il. ; 30 cm.
- Orientação: João Carlos Santos Silva Júnior.
Coorientação: Mariana Magalhães Marques.
Trabalho de conclusão de curso (graduação), Licenciatura em
Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
de Janeiro, Campus Duque de Caxias, 2022.
1. Eletroquímica - Estudo e ensino - Remoto emergencial. 2.
Estudo e ensino - Experimentação. 3. Doenças transmissíveis . 4.
Licenciatura em química - Campus Duque de Caxias. I. Silva Júnior,
João Carlos Santos , **orient.** II. Marques, Mariana Magalhães ,
coorient. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio de Janeiro. IV. Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
- Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com
os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Cassia R. N. dos Santos CRB-7/4903

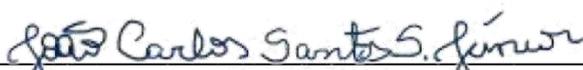
LUCAS DOMINGUES DE ALMEIDA

UTILIZAÇÃO DE AULAS EXPERIMENTAIS A PARTIR DE RECURSOS
AUDIOVISUAIS DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UMA PROPOSTA PARA
O ENSINO DE ELETROQUÍMICA

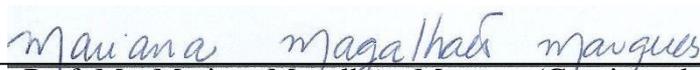
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal do Rio de
Janeiro, como requisito para a obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Aprovado em 22 / 02 / 2022

BANCA EXAMINADORA



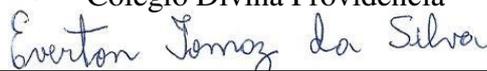
Prof.º Dr. João Carlos Santos Silva Júnior (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Prof. Ma. Mariana Magalhães Marques (Coorientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Prof. Dra. Thaís Guimarães de Lima Rezende (membro externo)
Colégio Divina Providência



Prof. Dr. Everton Tomaz da Silva (membro interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Prof. Me. Thiago Cordeiro da Silva (membro interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Dedico este trabalho a minha mãe, Mirian Corcino Domingues, que sempre me apoiou quando precisei.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha mãe, Mirian Corcino Domingues, que sempre me deu apoio em todos os momentos da minha graduação. Se não fosse por ela, eu não chegaria aqui.

Também quero agradecer imensamente ao meu orientador, João Carlos Santos Silva Júnior e a minha coorientadora Mariana Magalhães Marques, que tiveram paciência e foram compreensivos comigo em meus momentos de dificuldade que também me ajudaram bastante no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante o curso, principalmente Bruno Marques, Danilo Minto, Izabella Aquino, Lorena Martinelli, Lucas Freitas e Ygor Ramos que sempre me ajudaram e apoiaram durante os períodos letivos.

A professora Luciana Marcelo Resende, que foi minha orientadora de iniciação científica durante dois anos, me fazendo amadurecer bastante academicamente e que me proporcionou experiências muito enriquecedoras para a minha formação.

A todos os demais professores que me deram aula ou com quem tive contato no IFRJ, pois todos contribuíram um pouco para a minha formação e me ensinaram bastante para além da sala de aula.

RESUMO

Por conta da pandemia causada pelo novo coronavírus, diversas instituições de ensino pelo mundo, com a finalidade de minimizar a transmissão do vírus, tiveram de adotar o ensino remoto emergencial, que é um sistema de ensino temporário e que utiliza metodologias de ensino totalmente remotas. Dessa forma, disciplinas ministradas no Ensino Médio como a Química, Física e Biologia enfrentaram alguns desafios, pois devido à realização das aulas não presenciais, ficou muito mais difícil trabalhar com uma metodologia que contemplasse a experimentação, que é bastante necessária para o entendimento do que é visto na teoria, além de contribuir significativamente para o aprendizado dos alunos. Nesse sentido, a utilização de vídeos onde sejam trabalhadas práticas experimentais aparecem como uma possível alternativa a esse cenário, sendo viável trabalhar com metodologias que envolvam a experimentação mesmo em tempos de ensino remoto emergencial. Portanto, este trabalho propõe a utilização de aulas experimentais através de vídeos previamente gravados para o ensino de Eletroquímica. Os resultados, obtidos através de questionários e de uma prova escrita, indicaram que o trabalho contribuiu bastante para o aprendizado dos alunos. Assim, pode-se concluir que a utilização de vídeos de aulas experimentais mostra-se como uma excelente alternativa para se trabalhar com atividades práticas no Ensino Remoto Emergencial e também até mesmo no auxílio as aulas práticas que podem ocorrer de maneira presencial.

Palavras-chave: Ensino Remoto Emergencial. Experimentação. Ensino de Química. Vídeos. Eletroquímica.

ABSTRACT

Due to the pandemic caused by the new coronavirus, several educational institutions around the world, in order to minimize the transmission of the virus, had to adopt emergency remote teaching, which is a temporary teaching system that uses totally remote teaching methodologies. In this way, subjects taught in High School such as Chemistry, Physics and Biology faced some challenges, because due to the realization of non-face-to-face classes, it became much more difficult to work with a methodology that contemplated experimentation, which is quite necessary for the understanding of what is seen in theory, in addition to contributing significantly to student learning. In this sense, the use of videos where experimental practices are worked appears as a possible alternative to this scenario, being viable to work with methodologies that involve experimentation even in times of emergency remote teaching. Therefore, this work proposes the use of experimental classes through previously recorded videos for the teaching of Electrochemistry. The results, obtained through questionnaires and a written test, indicated that the work contributed a lot to the students' learning. Thus, it can be concluded that the use of videos of experimental classes proves to be an excellent alternative to work with practical activities in Remote Classroom Teaching and also even to assist in practical classes that can occur in person.

Keywords: Emergency Remote Learning. Experimentation. Chemistry teaching. Videos. Electrochemistry.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	ESQUEMA DE UMA CÉLULA GALVÂNICA.....	24
FIGURA 2 –	DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL PADRÃO DO ELETRODO Zn/Zn ²⁺ (1MOL/L)	25
FIGURA 3 –	ESQUEMA DE UMA CÉLULA DE DANIELL	26
FIGURA 4 –	REPRESENTAÇÃO DE UMA CÉLULA ELETROLÍTICA ONDE OCORRE A ELETRÓLISE DO CLORETO DE SÓDIO FUNDIDO PARA PRODUÇÃO DE SÓDIO METÁLICO.....	27 - 28
FIGURA 5 –	MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO PRIMEIRO EXPERIMENTO	33
FIGURA 6 –	MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO SEGUNDO EXPERIMENTO	34
FIGURA 7 –	MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO TERCEIRO EXPERIMENTO	35

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE TIVERAM CONTATO COM ALGUMA DISCIPLINA EXPERIMENTAL DURANTE O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL.....	38
GRÁFICO 2 –	ALUNOS QUE ACREDITAM QUE A FALTA DE AULAS PRÁTICAS TRAZ DIFICULDADES EM COMPREENDER A TEORIA.....	38
GRÁFICO 3 –	ALUNOS QUE ACREDITAM QUE A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS EM SALA DE AULA AUXILIA NA COMPREENSÃO DO CONTEÚDO TEÓRICO DE QUÍMICA.....	39
GRÁFICO 4 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE RESPONDERAM SE A VISUALIZAÇÃO DE VÍDEOS COM EXPERIMENTOS EM CASA AUXILIA NO ENTENDIMENTO DE CONTEÚDOS TEÓRICOS.....	40
GRÁFICO 5 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE JÁ TINHAM ESTUDADO ANTERIORMENTE OS CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA.....	40
GRÁFICO 6 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE TIVERAM DIFICULDADE EM COMPREENDER OS CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA.....	41
GRÁFICO 7 –	EXPERIMENTOS QUE OS ALUNOS MAIS GOSTARAM.....	42
GRÁFICO 8 –	EXPERIMENTOS QUE OS ALUNOS MENOS GOSTARAM.....	43
GRÁFICO 9 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE FORAM CAPAZES DE FAZER REFLEXÕES SOBRE OS CONTEÚDOS APÓS ASSISTIR AOS VÍDEOS.....	43 - 44

GRÁFICO 10 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE COMPREENDERAM MELHOR O CONTEÚDO DE ELETROQUÍMICA APÓS ASSISTIR AOS VÍDEOS	45
GRÁFICO 11 –	PERCENTUAL DE ALUNOS QUE CONSIDEROU IMPORTANTE A UTILIZAÇÃO DESSES VÍDEOS PARA COMPREENSÃO DOS CONTEÚDOS DURANTE O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL.....	45

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – VALORES DE E° DE ALGUNS METAIS OBTIDOS A PARTIR DO ELETRODO NORMAL DE HIDROGÊNIO	25
QUADRO 2 – MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO PRIMEIRO EXPERIMENTO	33
QUADRO 3 – MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO SEGUNDO EXPERIMENTO	33 - 34
QUADRO 4 – MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NO TERCEIRO EXPERIMENTO	34 - 35
QUADRO 5 – DIFICULDADES APONTADAS PELOS ALUNOS NO ENSINO REMOTO	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TAXA DE ACERTOS DA QUESTÃO 1.....	46
TABELA 2 – TAXA DE ACERTOS DA QUESTÃO 2	46
TABELA 3 – TAXA DE ACERTOS DA QUESTÃO 3	49
TABELA 4 – MÉDIA DOS ALUNOS E TAXA DE ACERTOS TOTAL DA PROVA.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1. ENSINO REMOTO EMERGENCIAL	17
3.2. ENSINO DE QUÍMICA	18
3.2.1. Experimentação	19
3.3. UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS NO ENSINO	20
3.4. ELETROQUÍMICA	22
3.4.1. Oxidação, Redução e Reações redox	22
3.4.2. Células Galvânicas	23
3.4.3. Eletrólise	27
3.4.4. Corrosão	29
4 METODOLOGIA	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1 QUESTIONÁRIO PRÉVIO – APLICADO ANTES DA VISUALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS AUDIOVISUAIS	37
5.2 SEGUNDO QUESTIONÁRIO – APLICADO APÓS A VISUALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS AUDIOVISUAIS	42
5.3 PROVA ESCRITA	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A	56
APÊNDICE B	57
APÊNDICE C	58

1 INTRODUÇÃO

Em março de 2020 a Organização Mundial da Saúde declarou pandemia por conta dos impactos gerados pelo vírus SARS-CoV-2, causador da *Coronavirus disease 2019* (COVID-19) (OMS, 2020). Diante da necessidade do isolamento social, a fim de evitar o contágio e transmissão do vírus, os Estados brasileiros apresentaram iniciativas para as instituições de ensino substituírem o ensino presencial pelo ensino remoto de emergência (ARRUDA, 2020).

Diferentemente da modalidade de Ensino a Distância (EAD) que muitas instituições educacionais oferecem, o ensino remoto emergencial pode ser definido como uma mudança temporária e alternativa que utiliza de metodologias que são totalmente remotas, substituindo o ensino que em cenário de normalidade seria ofertado de forma presencial (HODGES *et al.*, 2020). Dessa forma, todas as disciplinas curriculares, incluindo a Química, que foram planejadas para serem ministradas presencialmente, foram adaptadas para serem lecionadas de forma remota.

Nesse cenário, professores e alunos enfrentam grandes desafios pois estão pouco preparados para a súbita mudança para as aulas no ensino remoto. Para os professores, além de precisarem reelaborar a estrutura de todas suas disciplinas de forma muito rápida, tiveram também de aprender a utilizar vários recursos tecnológicos. Já os alunos tiveram que se adaptar às novas dinâmicas das aulas e lidar com várias dificuldades, sendo uma delas problemas relacionados à falta de internet e equipamento digital, tais como tablets, computadores e/ou celulares (SILVA *et al.*, 2020).

Dentro de todo esse contexto, a Química como outras ciências experimentais, tais como a Física e a Biologia, enfrentam mais uma dificuldade quando comparadas as outras disciplinas, pois existe a impossibilidade de realização das aulas experimentais e existe uma unanimidade entre professores e pesquisadores sobre a importância da utilização e realização dessas atividades no processo de ensino-aprendizagem das ciências naturais (BASSOLI, 2014).

De acordo com Giordan (1999), é de conhecimento dos professores que a experimentação pode despertar um grande interesse nos alunos em diversos níveis de escolarização, não sendo incomum ouvir desses professores que a experimentação pode promover aos alunos um aumento na capacidade de

aprendizado. Porém o professor deve articular esse processo para propor discussões para construção de um conhecimento duradouro e relevante (TAHA *et al.*, 2016).

Entretanto, com a adoção do ensino remoto emergencial e todas as dificuldades associadas a essa metodologia, trabalhar com experimentos tornou-se um grande desafio. Nesse sentido, a utilização de vídeos demonstrando as atividades experimentais tornou-se uma opção para os docentes utilizarem em suas aulas.

No entanto, sabe-se que a utilização de vídeos, por si só, não traz a garantia do aprendizado para o aluno, sendo assim, é fundamental a participação do professor na utilização desse recurso para auxiliar a construção do conhecimento por parte do estudante (MANDARINO, 2002). Ainda segundo a autora, o recurso de vídeo como estratégia para o ensino só deve ser usado quando for adequado e nem todos os conteúdos podem ser abordados a partir da linguagem audiovisual. Arroio e Giordan (2006) também destacam que vídeos de experimentos de Química podem ser utilizados em sala de aula para demonstração de experiências que poderiam ser perigosas ou demoradas. Dessa forma, a utilização de atividades experimentais por meio de vídeos surge como uma alternativa num contexto de ensino remoto emergencial.

Tendo em vista a necessidade de se trabalhar com atividades experimentais no Ensino Médio, a questão central desse trabalho foi verificar se a utilização de vídeos com aulas experimentais pode contribuir para o aprendizado dos conceitos de Eletroquímica dos alunos no período de ensino remoto emergencial. Para tentar responder a essa questão, partindo da hipótese de que os vídeos com as aulas experimentais podem auxiliar e ajudar o aluno a entender e compreender melhor os conteúdos vistos em sala de aula, foi proposta a utilização de vídeos de autoria própria, demonstrando alguns experimentos químicos da área de Eletroquímica abordados no currículo do Ensino Médio brasileiro.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar material pedagógico através de recurso audiovisual com experimentos demonstrativos de Química para auxiliar alunos do Ensino Médio no aprendizado dos conteúdos de Eletroquímica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar um questionário diagnóstico para avaliar se os alunos tiveram alguma aula experimental durante o ensino não presencial e saber a opinião dos discentes sobre o uso de vídeos com demonstrações experimentais em sala de aula.
- Verificar a opinião dos discentes sobre o uso de vídeos com demonstrações experimentais em sala de aula.
- Demonstrar e explicar os processos de oxidação e redução, o funcionamento de uma bateria e o fenômeno da eletrólise a partir de aulas experimentais audiovisuais.
- Verificar qualitativamente a partir da aplicação de um questionário se os experimentos audiovisuais contribuíram para um melhor entendimento dos conteúdos de eletroquímica.
- Avaliar quantitativamente, a partir de uma avaliação escrita, como a utilização dos vídeos com demonstrações experimentais contribuiu para o aprendizado dos alunos.
- Disponibilizar os vídeos gravados como alternativa às atividades experimentais de Eletroquímica em sala de aula de escolas que não possuem laboratórios de Química.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ENSINO REMOTO EMERGENCIAL

Diferentemente das modalidades de Educação à distância (EAD), onde todo o planejamento do curso foi pensado para ser ministrado on-line ou de forma semipresencial, o ensino remoto emergencial consiste em uma mudança momentânea de um ensino que foi planejado para ser ministrado de forma presencial para uma outra forma de ensino que envolve a utilização de metodologias totalmente remotas (HODGES *et al.*, 2020). A mudança para o ensino remoto emergencial ocorre em cenários de crise, quando não se tem viabilidade para trabalhar com o ensino presencial. De acordo com Silva *et al.*, (2020), o ensino remoto emergencial foi utilizado nas mais diversas instituições do Brasil de maneira rápida, e quase sem nenhum planejamento, a fim de promover o distanciamento social e impedir que os anos letivos fossem perdidos devido à crise causada pela pandemia da COVID-19, doença causada pelo vírus SARS-CoV-2.

O objetivo da mudança para a utilização do ensino remoto emergencial não é oferecer educação de excelência, e sim tentar suprir uma demanda de conteúdos de educação e oferecer suporte aos alunos de forma rápida e fácil (HODGES *et al.*, 2020).

Segundo Mendes *et al.*, (2020), a adoção do ensino remoto emergencial traz uma série de vantagens e desvantagens para os professores e alunos. Uma das principais vantagens citadas pelos autores é a flexibilidade de horários que esse tipo de ensino oferece, diminuindo as chances de os alunos perderem conteúdo das disciplinas que estudam. Outra vantagem a ser considerada é o fator geográfico e econômico, pois os alunos e professores não vão precisar se deslocar até a sala de aula, evitando gastos com transporte e alimentação além de evitar o trânsito caótico das grandes cidades. Os autores também citam uma outra vantagem, que é mais refletida nos professores, que é a necessidade de reinventar sua prática docente e a necessidade de elaboração de novos modos de avaliação de aprendizado do aluno.

Para Lima (2020), a autonomia dos alunos no acompanhamento das aulas e nas atividades avaliativas é uma vantagem dessa modalidade de ensino, embora para alguns alunos essa liberdade excessiva pode ser considerada um fator negativo. Ainda segundo a autora, o letramento digital também é um fator positivo trazido pelo

ensino remoto, pois para a maior parte dos alunos e professores, as plataformas e interfaces utilizadas pelo ensino remoto eram desconhecidas.

Segundo Mendes *et al.*, (2020), o ensino remoto emergencial também pode trazer desvantagens que podem comprometer o aprendizado dos alunos, entre elas está a diminuição do poder fiscalizador do professor sobre o aluno, que impossibilita identificar possíveis dificuldades no aprendizado. Outras desvantagens são a falta de relação interpessoal entre os próprios alunos, entre alunos e professores, e a necessidade de possuir recursos tecnológicos modernos para não ter problemas no acesso as aulas e as plataformas digitais. Lima (2020) corrobora essas desvantagens em seu trabalho, dizendo que a falta de interações pessoais, limitações tecnológicas e a falta de um ambiente doméstico propício para estudos podem trazer prejuízos no processo de ensino-aprendizagem durante o ensino remoto emergencial.

3.2. ENSINO DE QUÍMICA

O Ensino de Química, assim como a Química Orgânica, Química Analítica, Química Inorgânica e Físico-Química é uma das subáreas da Química, tendo em vista que seu objeto de estudo e investigação é o conhecimento químico. Porém difere-se das outras subáreas da Química pois seu objeto de estudo não é o conhecimento por si só, mas sim questões relacionadas à sua apropriação nas escolas (MÓL, 2011).

É notável que existem diversos problemas no Ensino de Química no Brasil pois sabe-se que nos tempos atuais, a educação ainda apresenta características de um ensino arcaico e ultrapassado, onde o professor é o detentor do saber e transmissor do conhecimento enquanto os alunos são considerados apenas receptores de conteúdo, sendo sujeitos passivos no processo de ensino-aprendizagem (NICOLA; PANIZ, 2016). Assim, muitos alunos demonstram dificuldades no aprendizado de Química porque não conseguem compreender a importância e o significado de seu estudo (PONTES *et. al.*, 2008).

Enquanto nas últimas décadas países de todo o mundo incorporaram novas abordagens no ensino de Química, privilegiando a formação de cidadãos mais conscientes e futuros cientistas, a abordagem da Química nas escolas do Brasil praticamente não mudou, privilegiando apenas as transmissões de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo apenas

a memorização (BRASIL, 1999). Dessa forma, é fundamental identificar os problemas que ainda ocorrem no ensino de Química no Brasil para poder construir alternativas e propor soluções para melhorar o ensino dessa disciplina nas escolas. Silva (2011) aponta vários problemas relacionados ao ensino da Química, sendo alguns a deficiência na formação de novos professores, condições ruins de trabalho e baixos salários para os docentes, utilização de metodologias de ensino ultrapassadas e poucas aulas e atividades experimentais. Lima (2012) também traz outro problema que é a dificuldade inerente ao estudo da Química, que possui conteúdos e conceitos complexos e de difícil entendimento.

Diante disso, Silva (2011) traz algumas contribuições com a finalidade de melhorar o ensino de Química nas escolas brasileiras, tornando a disciplina mais atraente e agradável para o aluno e, dessa forma, facilitando a construção do conhecimento. O autor diz que o ensino de Química deve ter um enfoque na formação cidadã, com debates em sala de aula e problematizações envolvendo o cotidiano, além de proporcionar uma abordagem contextualizada e interdisciplinar.

Nesse sentido, é necessário buscar novas metodologias de ensino e novas alternativas para permitir aos alunos a aprenderem de forma mais dinâmica e eficaz (OLIVEIRA; SILVA, 2015). Uma ferramenta que pode colaborar nesse processo de ensino-aprendizagem é a experimentação, uma vez que a experimentação pode facilitar o entendimento dos fenômenos e transformações que ocorrem no mundo (TAHA *et al.*, 2016).

3.2.1. Experimentação

A Química é uma ciência essencialmente experimental e sendo assim, faz sentido pensar na experimentação como uma metodologia a ser trabalhada nas salas de aula dessa disciplina (LIMA, 2012). Há algumas décadas, é de conhecimento entre os professores que a experimentação no ensino de ciências pode despertar um grande interesse nos alunos (GIORDAN, 1999). Segundo Oliveira, Gabriel e Martins (2017), é necessário que disciplinas como a Química utilizem de abordagens práticas, pois, sem isso, os alunos podem não enxergar sentido no estudo da disciplina. Alison e Leite (2016) corroboram isso ao afirmarem que o ensino puramente teórico,

utilizando apenas fórmulas e soluções matemáticas propiciam dificuldades no aprendizado dos estudantes.

Diversos autores que trabalharam com a experimentação em suas aulas relatam bons resultados. Merçon (2003), por exemplo, ao trabalhar com aulas experimentais de Química para alunos do Ensino Médio demonstra que a experimentação proporciona um grande caráter motivador, aumentando a participação dos alunos nas aulas e também favorecendo a construção do conhecimento. Guimarães e Castro (2018) descrevem em seu trabalho que a experimentação trouxe maior interesse aos alunos em responder os questionamentos do professor e em formular hipóteses sobre os fenômenos estudados. Lima *et al.*, (2018), em sua pesquisa também demonstraram que trabalhar com a experimentação no ensino de Química faz o aluno enxergar mais sentido no estudo na disciplina, aumentando seu interesse pelas aulas e contribuindo diretamente para o seu aprendizado.

Andrade, Pinheiro e Pinheiro (2020) trabalharam com a experimentação no ensino remoto emergencial nas disciplinas de Química Geral e Inorgânica, Processos físico-químicos e operações unitárias do curso de farmácia da faculdade Santo Agostinho, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Os experimentos foram realizados ao vivo pelos docentes e transmitido para os alunos através da plataforma digital *Google Meet* e trabalharam experimentos com as temáticas de acidez e basicidade, reações químicas, cinética química, ações enzimáticas e termoquímica. Os autores ainda disseram que a utilização dos experimentos foi um sucesso e teve uma boa aceitação por parte dos alunos, além de proporcionarem aos professores se reinventar e readequar sua prática docente.

3.3. UTILIZAÇÃO DE VÍDEOS NO ENSINO

Segundo Nunes e Sá (2017), a utilização de vídeos nas salas de aula não é uma novidade, sendo uma prática recorrente nas escolas desde a popularização do videocassete. E isso vai de acordo com Silva *et al.*, (2019), que diz que educadores vêm tentando inserir recursos do audiovisual em suas aulas desde o surgimento de tecnologias como televisões e rádios.

É de conhecimento que a utilização dos vídeos de maneira isolada não garante a aprendizagem por parte dos alunos, sendo de grande importância a presença do professor em sua utilização (MANDARINO, 2002). Dessa maneira o professor deve entender a linguagem dos vídeos para que possa identificar suas potencialidades no ensino, pois, na atualidade existe uma multiplicidade de linguagens e uma forte influência de meios de comunicação na sociedade (SILVA *et al.*, 2012). Arroio, Diniz e Giordan (2005) corroboram com esse fato e dizem que os vídeos por si só não são capazes de construir o conhecimento e nem fazerem que os alunos mudem o seu comportamento, não substituindo o papel do professor no processo de ensino aprendizagem.

Segundo Mandarino (2002), os vídeos só devem ser usados como estratégia quando for adequado. Dessa forma, deve-se buscar maneiras de se trabalhar com esse recurso da melhor forma possível, pois quando esses recursos tecnológicos são usados de forma adequada, a escola se torna um espaço amplo e conectado com o mundo (SILVA *et al.*, 2019). Morrán (1995) propõe diversas maneiras de se trabalhar com o vídeo em sala de aula, sendo uma delas a utilização de vídeos como conteúdo de ensino, que visa informar sobre um tema específico orientando a interpretação.

De acordo com Ferrés (1996, apud ARROIO; DINIZ; GIORDAN, 2005), um bom vídeo quando utilizado de maneira correta pode servir para introduzir um novo assunto, despertar a curiosidade e aumentar a motivação dos alunos para aprender novos temas. Ainda segundo Arroio, Diniz e Giordan (2005), que trabalharam com diferentes tipos de vídeos educacionais conjuntamente com professores de diversas disciplinas do ensino fundamental e ensino médio, os vídeos podem demonstrar experimentos de Química que seriam perigosos, ou que exigiriam muito tempo. Os autores ainda explanam uma outra vantagem de se utilizar o recurso de vídeo em sala de aula, que seria a possibilidade de ser visto quantas vezes for necessário, congelando a imagem, e avançando ou retrocedendo para mostrar algum trecho específico de interesse ou dos alunos ou do professor.

Sousa (2017) demonstrou em seu trabalho que em turmas de ensino médio onde houve a utilização de vídeos nas aulas de Química para o ensino de conteúdos de Química Orgânica que o desempenho e aprendizado dos alunos foi melhor do que dos alunos pertencentes a turmas onde não houve a utilização do recurso, demonstrando que a utilização dos vídeos em sala de aula pode trazer grandes benefícios ao processo de ensino-aprendizagem.

3.4. ELETROQUÍMICA

A Eletroquímica é o ramo da Química que estuda as reações químicas espontâneas que produzem eletricidade e reações químicas não espontâneas que só ocorrem com o uso da eletricidade (ATKINS; JONES, 2012). Para Ticianelli e Gonzalez (2003), o objetivo fundamental da eletroquímica é o estudo de sistemas que são capazes de entregar trabalho útil elétrico a partir de reações de oxirredução ou de sistemas que ocorrem processos de oxirredução ao receberem trabalho útil elétrico.

A história da Eletroquímica começa nos meados do século XVIII com o cientista italiano Luigi Galvani que descobriu que músculos de animais mortos (principalmente sapos) reagiam ao serem tocados por cilindros com cargas elétricas e posteriormente com Alessandro Volta, criador da primeira célula voltaica, que abriu as portas para uma nova compreensão da estrutura da matéria (ATKINS; JONES, 2012).

A Eletroquímica desempenha um papel importante nas respostas a vários problemas que ocorrem na atualidade. São inúmeras as contribuições que seus conhecimentos trazem, como por exemplo: Desenvolvimento de novos materiais, novas formas de energia, computadores, baterias, células solares, células a combustível, produção de hidrogênio, cloro, soda, alumínio e diversos outros materiais (ZANONI *et al.*, 2017).

3.4.1. Oxidação, Redução e Reações redox

A oxidação pode ser definida como a transferência de elétrons de uma espécie para outra, enquanto na redução uma espécie recebe os elétrons que são transferidos. Em outras palavras, pode-se dizer que a oxidação é a perda de elétrons de uma espécie e a redução é o ganho de elétrons pela outra espécie. (ATKINS; JONES, 2012). Os processos de oxidação e redução também podem ser definidos em termos da variação do número de oxidação (N_{ox}), onde na oxidação ocorre o aumento algébrico do N_{ox} da espécie oxidada e na redução ocorre diminuição algébrica do N_{ox} da espécie reduzida (GENTIL, 2011). Esses dois processos não podem ocorrer separadamente, portanto, sempre que houver uma espécie sofrendo oxidação em uma reação, obrigatoriamente outra espécie tem de sofrer redução. A espécie que se reduziu é chamada de agente oxidante, porque ela provoca a oxidação da outra

espécie, e a espécie que se oxidou é chamada de agente redutor, pois provoca a redução da outra espécie. Por serem dois processos que sempre ocorrem juntos, uma reação onde ocorre os processos de oxidação e redução é chamada de reação redox (ATKINS; JONES, 2012).

Para facilitar a escrita das reações redox, é conveniente trabalhar com os processos de oxidação e redução separadamente, nas chamadas semirreações. Numa semirreação de oxidação, é possível observar a perda de elétrons pela espécie oxidada (Reação 1), enquanto na semirreação de redução (Reação 2) é possível observar o recebimento de elétrons pela espécie reduzida (ATKINS; JONES, 2012). As reações 1 e 2 mostram as semirreações de oxidação e redução do Fe metálico e do íon Cu^{2+} , respectivamente.



3.4.2. Células Galvânicas

Uma célula eletroquímica é um dispositivo onde ocorre uma reação eletroquímica de oxidação e redução. Assim, pode-se definir célula galvânica como uma célula eletroquímica em que ocorre uma reação química redox espontânea que é utilizada para gerar corrente elétrica. Um exemplo bem conhecido no dia a dia de todos é a pilha e também a bateria que é formada por várias pilhas ligadas em série, de modo que sua tensão elétrica seja a soma das tensões elétricas de cada uma das células galvânicas que a compõe (ATKINS; JONES, 2012).

As células galvânicas são formadas por dois eletrodos, que fazem contato elétrico com o conteúdo das células, e um eletrólito, que é em geral uma solução aquosa de um composto iônico, que permite com que a corrente elétrica seja transportada pelos íons. A oxidação ocorre em um eletrodo chamado de anodo, onde a espécie que está sofrendo a oxidação doa elétrons para o eletrodo, enquanto a redução ocorre no outro eletrodo, que é chamado de catodo, onde a espécie que está sofrendo a redução retira elétrons desse eletrodo. Para a célula realizar trabalho elétrico, deve-se fechar o circuito (ATKINS; JONES, 2012).

A Figura 1 demonstra o esquema de uma célula galvânica. Nela, é possível observar que os íons negativos são oxidados no anodo enquanto os íons positivos são reduzidos no cátodo. Também é possível observar o fluxo de elétrons, que vai do anodo para o cátodo.

Figura 1 – Esquema de uma célula galvânica

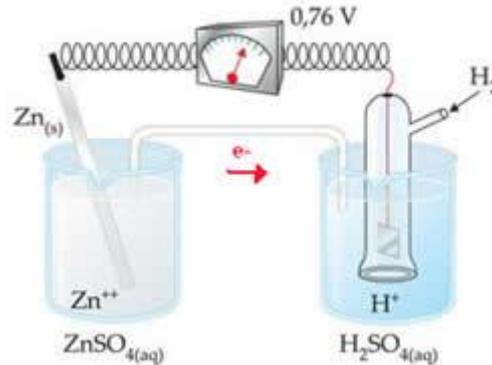


. Fonte: Atkins e Jones (2012, p.523).

Os elétrons fluem espontaneamente pelo circuito por causa da diferença da energia potencial, que é mais alta no anodo do que no catodo. Essa diferença de potencial entre os eletrodos é chamada de potencial da célula ou força eletromotriz e é medida em volts. Quando a medição é feita em condições padrões, ou seja, sob pressão de 1atm, a 25°C e uma solução 1 mol/L dos íons correspondentes aos eletrodos metálicos, chamamos de potencial padrão da célula ou força eletromotriz padrão (E^\ominus). O potencial padrão de uma célula é calculado por meio da diferença dos potenciais padrão de redução de cada semirreação da célula (BROWN *et al.*, 2016).

O potencial padrão de redução de uma semirreação não pode ser calculado diretamente, sendo necessário a utilização de uma semirreação de referência, que por convenção é a redução do H^+ a H_2 sob condições padrões, na qual atribuiu-se um potencial de redução de 0V. Para produzir essa semirreação e determinar o potencial padrão de outra semirreação, é utilizado um eletrodo específico que é chamado de eletrodo padrão de hidrogênio. Dessa maneira podemos determinar o potencial padrão de qualquer eletrodo conectando-o ao voltímetro junto ao eletrodo normal de hidrogênio (GENTIL, 2011). A Figura 2 exemplifica como se determina o potencial padrão do Eletrodo Zn/Zn^{2+} (1 mol/L).

Figura 2 – Determinação do potencial padrão do Eletrodo Zn/Zn²⁺ (1 mol/L)



Fonte: FOGAÇA (2016?).

A voltagem registrada no voltímetro é de 0,76V e indica a diferença de potencial entre os eletrodos de zinco e hidrogênio. Como foi estabelecido valor zero para o potencial de hidrogênio, o valor encontrado, refere-se ao valor do potencial de eletrodo padrão do zinco. O quadro 1 mostra os valores de E^o de alguns metais obtidos a partir do eletrodo normal de hidrogênio.

Quadro 1 - Valores de E^o de alguns metais obtidos a partir do eletrodo normal de hidrogênio

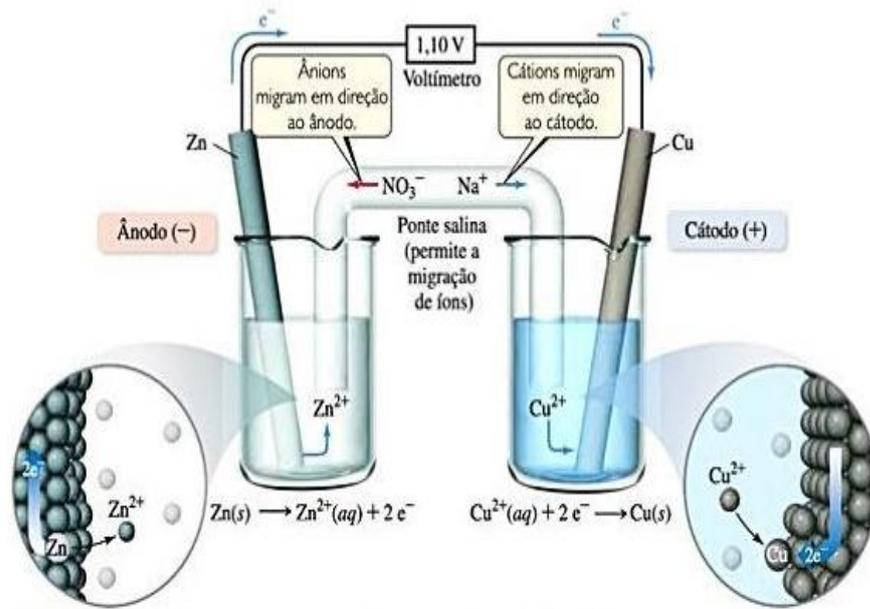
Semi-reação	E ^o _{red} (V)
Ag ⁺ + e ⁻ → Ag	0,80
Fe ³⁺ + e ⁻ → Fe ²⁺	0,77
Cu ⁺ + e ⁻ → Cu	0,52
Cu ²⁺ + 2 e ⁻ → Cu	0,34
2 H ⁺ + 2 e ⁻ → H ₂	0,00
Fe ³⁺ + 3 e ⁻ → Fe	-0,04
Fe ²⁺ + 2 e ⁻ → Fe	-0,44
Zn ²⁺ + 2 e ⁻ → Zn	-0,76
Al ³⁺ + 3 e ⁻ → Al	-1,66
Mg ²⁺ + 2 e ⁻ → Mg	-2,36
Na ⁺ + e ⁻ → Na	-2,71

Fonte: Atkins e Jones (2012, p. 810-811, adaptado).

Um dos exemplos mais famosos e importantes de uma célula eletroquímica é a célula de Daniell, (também chamada de pilha de Daniell). Ela foi inventada pelo químico John Daniell durante o século XIX, quando se havia uma urgente necessidade de uma fonte de energia elétrica estável e confiável (ATKINS; JONES, 2012).

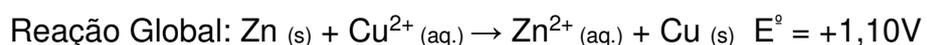
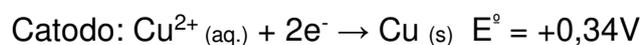
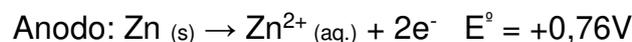
A célula de Daniell funciona com um eletrodo de zinco metálico imerso em uma solução de Sulfato de Zinco e um eletrodo de cobre metálico imerso em uma solução de Sulfato de Cobre (Figura 3).

Figura 3 – Esquema de uma célula de Daniell



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

As soluções ficam em contato por meio de uma parede porosa ou ponte salina, que é constituída de uma solução aquosa de um sal bastante solúvel, que faz o equilíbrio de cargas iônicas nas células da pilha. Para que a reação ocorra, os eletrodos ficam conectados a um fio que é ligado a um circuito externo (ATKINS; JONES, 2012). O anodo da pilha é constituído de uma chapa de zinco imerso numa solução aquosa com Zn²⁺, enquanto o catodo é constituído de uma chapa de cobre imerso em uma solução aquosa de Cu²⁺. Ainda é possível observar na Figura 3, a direção do fluxo de elétrons, que vai do anodo para o cátodo e a ponte salina com uma solução de Nitrato de Sódio. As semirreações da pilha de Daniell e seus potenciais padrão, juntamente com a reação global e o potencial da pilha são mostradas a seguir:



3.4.3. Eletrólise

A eletrólise é o processo no qual uma reação química não espontânea é forçada a ocorrer com auxílio de uma corrente elétrica. O processo ocorre nas chamadas células eletrolíticas, onde os eletrodos que vão passar a corrente elétrica para o meio estão em um mesmo compartimento de apenas um tipo de eletrólito, que irá carregar a corrente elétrica por meio de seus íons. Assim como nas pilhas, na eletrólise a oxidação também ocorre no anodo enquanto a redução ocorre no catodo e os elétrons passam do anodo para o catodo através de um fio condutor externo. Para que ela possa ocorrer, é necessário a utilização de uma fonte de corrente elétrica externa que forneça a corrente necessária para forçar a oxidação em um eletrodo e a redução no outro eletrodo (ATKINS; JONES, 2012).

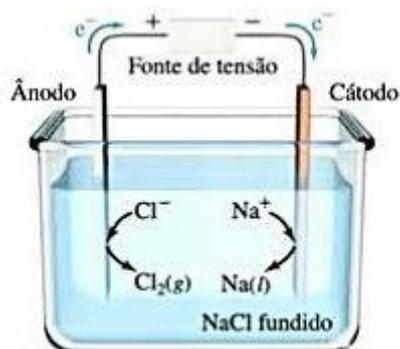
A eletrólise possui inúmeras aplicações na indústria, sendo algumas das principais a produção de metais como alumínio e magnésio, na extração de metais de seus sais, na preparação dos gases cloro e flúor, na obtenção de hidróxido de sódio, no refino de metais como o cobre. A eletrólise também é empregada industrialmente no processo de eletrodeposição, onde um objeto é recoberto com um fino filme de metal que se forma por deposição eletrolítica causada pela eletrólise (ATKINS; JONES, 2012).

Existem basicamente dois tipos de eletrólise: Uma é chamada de eletrólise ígnea, que é feita quando o eletrólito é um sal fundido e a outra é a eletrólise em solução aquosa (BROWN *et al.*, 2016).

Na eletrólise ígnea, como o eletrólito possui apenas os íons provenientes do sal fundido, é mais fácil fazer a determinação dos produtos. Por exemplo, na eletrólise ígnea do Cloreto de Sódio (NaCl), como os únicos íons presentes no eletrólito são Na^+ e Cl^- , os produtos da eletrólise serão o sódio metálico e o gás cloro (BROWN *et al.*, 2016).

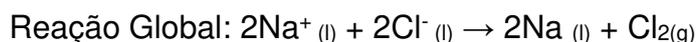
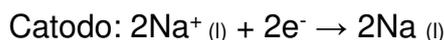
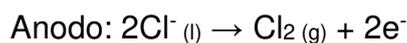
A Figura 4 demonstra o esquema de uma célula eletrolítica que é usada comercialmente para a produção de sódio metálico a partir do cloreto de sódio fundido.

Figura 4 – Representação de uma célula eletrolítica onde ocorre a eletrólise do cloreto de sódio fundido para produção de sódio metálico



Fonte: Brown *et al.*, (2016, p. 930).

Assim, a partir da Figura 4 podemos observar que os íons Cl^- são oxidados no anodo formando a gás cloro enquanto os íons Na^+ são reduzidos no catodo, produzindo sódio metálico, de acordo com as reações a seguir:

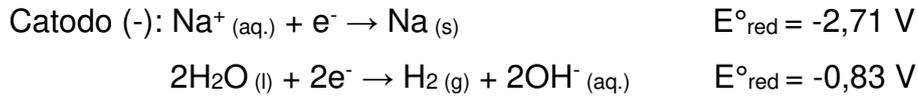


Na eletrólise em solução aquosa, a determinação dos produtos não é tão simples pois temos que levar em conta a presença da água, que pode ser oxidada, formando oxigênio e cátions H^+ (Reação 3), ou reduzida, formando hidrogênio e ânions OH^- (Reação 4), como também a redução dos íons H_3O^+ (Reação 5) em uma solução ácida e a oxidação dos íons OH^- numa solução básica (Reação 6) (BROWN *et al.*, 2016).

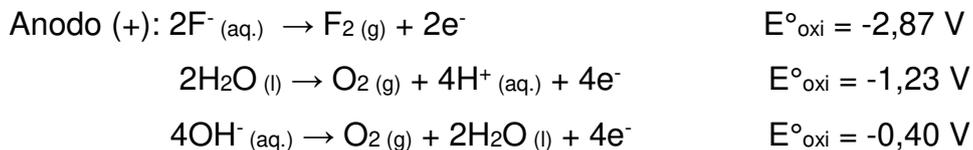


Dessa forma, de um modo geral, deve-se observar os potenciais de redução das espécies para determinar os produtos da reação (BROWN *et al.*, 2016). Como exemplo, tem-se a eletrólise de uma solução aquosa de fluoreto de sódio (NaF), onde no catodo há a competição entre o íon Na^+ e a água (H_2O). Assim, a espécie que

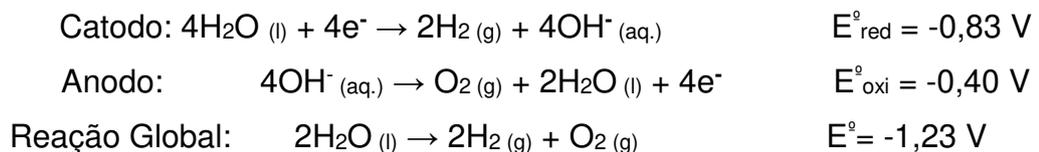
reduz é aquela com maior potencial de redução, como demonstrado abaixo (KOTZ; TREICHEL, 2002).



Já no anodo, onde há a competição entre os íons negativos F^- e OH^- (Meio básico) e a água (H_2O), a espécie que oxida é aquela com maior potencial de oxidação (KOTZ; TREICHEL, 2002).



Desse modo a partir dos valores de E° das espécies, podemos concluir que a água é a espécie reduzida e o íon OH^- é a espécie oxidada, gerando como produto da eletrólise gás hidrogênio e oxigênio, como mostra a reação global (KOTZ; TREICHEL, 2002).



3.4.4. Corrosão

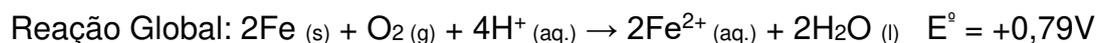
Pode-se definir corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos (GENTIL, 2011).

A corrosão ocorre a partir de reações de oxirredução que ocorrem espontaneamente, no qual um metal reage com uma espécie no seu ambiente dando origem a um produto indesejado. É um processo termodinamicamente favorável para a maioria dos metais quando são expostos ao ar na temperatura ambiente. Quando a oxidação do metal não é inibida, a corrosão pode destruir o material ou então produzir

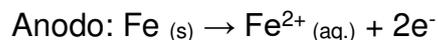
uma camada de óxido na superfície do metal, criando um revestimento impermeável que protege a superfície do metal (BROWN *et al.*, 2016).

O processo de corrosão bastante conhecido no dia a dia de toda a sociedade é a oxidação do ferro, chamado popularmente de “ferrugem”. A deterioração espontânea desse material, na presença de gás oxigênio e água, podendo ser acelerada por mudanças no pH do meio e presença de sais, traz impactos econômicos significativos.

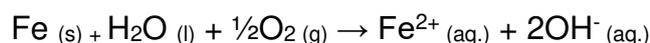
Esse fenômeno de degradação do ferro a partir da presença do oxigênio e meio aquoso pode ser compreendido a partir da análise do potencial padrão de redução das espécies. Como E° do $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ é menor que o potencial para a redução de O_2 , o $\text{Fe}_{(\text{s})}$ pode ser oxidado pelo O_2 (BROWN *et al.*, 2016). As semirreações que ocorrem no processo de corrosão do ferro são demonstradas a seguir.



O processo de degradação do ferro também pode ser acelerado a partir do contato do substrato metálico em uma solução salina de NaCl, em uma célula eletrolítica. As semirreações que ocorrem no anodo e catodo podem ser vistas a seguir:



Como na maioria dos casos o ferro está em contato com um meio corrosivo aerado, tem-se a seguinte reação global:



Posteriormente o $\text{Fe}(\text{OH})_2$ formado é oxidado formando a “ferrugem”, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ou $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Tendo em vista que o impacto da corrosão do aço carbono na economia, a nível mundial, é reconhecidamente elevado e sabe-se que entre 1 a 5% do Produto Interno Bruto (PIB) dos países são perdidos a cada ano devido à corrosão (KOCH *et al.*, 2016), é comum a utilização de diferentes técnicas para prevenir a oxidação do metal. As maneiras mais simples envolvem a utilização de tintas para cobrir a superfície do material, protegendo a superfície do metal da umidade e do oxigênio. Também é possível revestir a peça de ferro com metais que oxidam mais facilmente, como o zinco ou o magnésio que possuem menores potenciais padrão de redução. Dessa forma, esses metais se oxidam no lugar do ferro, sendo chamados de metais de sacrifício (BROWN *et al.*, 2016).

4 METODOLOGIA

Essa pesquisa combinou métodos de pesquisas qualitativos e quantitativos, sendo dessa forma uma pesquisa mista. (GALVÃO; PLUYE; RICARTE, 2017).

O presente trabalho foi aplicado na turma PGM 261 (6º Período), composta de 17 alunos (porém apenas 15 desses alunos participaram da atividade) do Ensino médio-técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) no campus Duque de Caxias, na disciplina de Corrosão do Curso Técnico em Petróleo e Gás. Contudo, vale ressaltar que esse projeto também pode ser aplicado no 3º ano do Ensino Médio regular da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC – RJ), pois os conteúdos de Eletroquímica são abordados nessa série de acordo com o Currículo Mínimo Estadual.

Inicialmente, foi aplicado um questionário (Apêndice A) aos alunos, através da utilização da ferramenta *Google Forms*, com a finalidade de identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos discentes nas disciplinas de Química na modalidade do Ensino Remoto Emergencial e também para compreender a visão dos alunos acerca da importância do auxílio da experimentação no ensino dos conteúdos.

Posteriormente, foram disponibilizados aos estudantes, via plataforma Google Sala de Aula, três vídeos de aproximadamente 6 minutos, com gravações prévias de experimentos envolvendo conteúdos de Eletroquímica.

No primeiro vídeo foi realizado um experimento que abordava os conceitos que envolvem a reação de oxirredução ocorrida entre os íons Cu^{2+} e o Fe^0 . Todo o procedimento experimental para realização dessa prática foi disponibilizado na plataforma *youtube*¹. Nele, inicia-se revisando aos alunos os conceitos de oxidação e redução, previamente explicados pelo professor da disciplina. Após a breve revisão, foi realizado um experimento que consistiu em preparar uma solução de Sulfato de Cobre (sem concentração definida) e adicionar um pedaço de palha de aço, cuja composição é praticamente inteira formada por ferro metálico e observar qualquer alteração indicativa da ocorrência de uma reação (mudança de cor, formação de precipitado entre outras). Para a realização mostrado nesse vídeo foram necessários os seguintes materiais e reagentes listados no Quadro 2 e que também podem ser vistos na Figura 5.

¹ O vídeo do primeiro experimento pode ser visualizado no link a seguir: <https://youtu.be/uwYIDINVLgl>.

Quadro 2 – Materiais e reagentes utilizados no primeiro experimento

Água	Palha de aço
Copos descartáveis	Sulfato de Cobre

Fonte: Autor (2021).

Figura 5 – Materiais e reagentes utilizados no primeiro experimento



Fonte: Autor (2021).

O segundo vídeo tratou-se sobre o funcionamento de uma bateria, que foi formada por várias pilhas ligadas em série, composta de eletrodos de zinco e cobre e todo o procedimento experimental para realização dessa prática foi disponibilizado na plataforma *youtube*². Inicialmente, comentou-se algumas questões sobre as pilhas, explicando como elas funcionam e a diferença entre elas e as baterias. Após essa etapa, foi demonstrado experimentalmente a construção de uma bateria simples utilizando uma forminha de gelo, parafusos galvanizados e pedaços de fio de cobre. Foi utilizado um multímetro para verificar a tensão gerada pela bateria. Dois LEDs de cores diferentes, um de cor verde e outro de cor azul, foram utilizados para verificar se a voltagem produzida pela bateria seria suficiente para acende-los. Os materiais e reagentes utilizados nesse experimento são detalhados no Quadro 3 e mostrados na Figura 6.

Quadro 3 – Materiais e reagentes utilizados no segundo experimento

Água	Multímetro
------	------------

² O vídeo do segundo experimento pode ser visualizado no link a seguir: <https://youtu.be/s4O4sxGeyS0>.

Forma de gelo	Parafusos galvanizados
Fios de Cobre	Sal de cozinha
Lâmpadas de LED	

Fonte: Autor (2021).

Figura 6 – Materiais e reagentes utilizados no segundo experimento



Fonte: Autor (2021).

No terceiro vídeo abordou-se os conceitos de eletrólise, mostrando o funcionamento de uma reação eletrolítica composta por dois eletrodos de ferro metálicos imersos em uma solução aquosa de NaCl. Todo o procedimento experimental para realização dessa prática foi disponibilizado na plataforma *youtube*³. No início da gravação, realizou-se uma breve explicação sobre a diferença entre as pilhas e a eletrólise. Posteriormente, demonstrou-se o fenômeno de eletrólise experimentalmente a partir de materiais de baixo custo e fácil aquisição. Os materiais e reagentes utilizados nesse experimento são detalhados no Quadro 4 e também são mostrados na Figura 7.

Quadro 4 – Materiais e reagentes utilizados no terceiro experimento

Água	Funil de plástico
Copos descartáveis	Garras tipo jacaré
Corante alimentício	Palito de madeira
Filtro de papel para café	Pregos de ferro

³ O vídeo do terceiro experimento pode ser visualizado no link a seguir: <https://youtu.be/a9l0dygocqo>

Fonte de corrente alternada	Sal de cozinha
-----------------------------	----------------

Fonte: Autor (2021).

Figura 7 – Materiais e reagentes utilizados no terceiro experimento



Fonte: Autor (2021).

Esse experimento consistiu em utilizar uma fonte de corrente contínua com eletrodos de ferro para passar uma corrente elétrica numa solução com algumas gotas de corante alimentício vermelho e um pouco de sal de cozinha. Este composto iônico foi utilizado para aumentar a condutividade elétrica da água e permitir que a eletrólise ocorresse. Cerca de um minuto após o início da reação, a eletrólise foi interrompida e a solução foi agitada durante alguns segundos utilizando um palito para a formação dos flóculos. Em seguida, filtrou-se a mistura utilizando um funil de plástico com um filtro de papel para café. Após a filtração, os flóculos formados foram retidos no papel enquanto a solução mudou sua coloração.

Após a visualização dos três vídeos, foi aplicado um segundo questionário (Apêndice B) aos alunos a partir da ferramenta *Google Forms*, com a finalidade de compreender se as aulas experimentais demonstrativas contribuíram de fato para um melhor entendimento dos conceitos de Eletroquímica dos estudantes e também identificar possíveis falhas e melhorias, a partir da opinião dos alunos, para aplicações futuras dos experimentos.

É importante ressaltar que a análise dos questionários aplicados teve caráter qualitativo pois adotou-se raciocínio indutivo e houve preocupação com a qualidade das informações adquiridas (PROETTI, 2018).

Finalmente, foi realizada uma avaliação escrita com consulta (Apêndice C) composta de 3 questões discursivas elaboradas a partir dos experimentos visualizados nos três vídeos demonstrativos. Cada questão da prova tinha um determinado número de subitens diferentes. Essa avaliação valia 7 pontos no total e esses pontos foram divididos nos subitens das questões das provas de acordo com o nível de dificuldade da questão. Com a aplicação dessa prova buscou-se identificar se os alunos seriam capazes de explicar através das reações químicas todos os fenômenos eletroquímicos observados nos experimentos, identificando as espécies que oxidaram ou reduziram, que foram formadas ou extintas durante os fenômenos, de modo a verificar quantitativamente o desempenho dos estudantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUESTIONÁRIO PRÉVIO – APLICADO ANTES DA VISUALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS AUDIOVISUAIS

No que se refere ao questionário prévio (Apêndice A), cujos resultados foram obtidos através de análises qualitativas, a primeira pergunta teve como objetivo identificar as principais dificuldades dos alunos no aprendizado de Química durante o período de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Nesse contexto, alguns alunos citaram mais de uma dificuldade para aprender e compreender os conteúdos estudados. A falta de aulas práticas foi a mais citada pelos discentes (8 alunos). Outras dificuldades apontadas pelos estudantes incluem a falta de foco para acompanhar as aulas remotamente e para fazer os exercícios (3 alunos), dificuldades no aprofundamento de conteúdos (2 alunos) e dificuldades em aprender tópicos específicos de Química Orgânica, de Físico-Química e de Química Analítica (4 alunos). Um estudante também citou que para ele era impossível assistir as aulas, e embora ele não tenha especificado o motivo para isso, ficou claro que o fato de não conseguir tirar dúvidas com os professores trazia dificuldades para ele. O Quadro 5 mostra resumidamente as principais dificuldades citadas pelos alunos no estudo da disciplina Química durante o ERE.

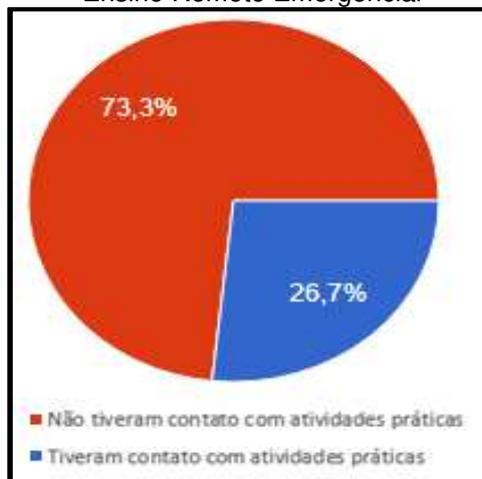
Quadro 5 – Dificuldades apontadas pelos alunos no ensino remoto

Falta de aulas práticas/laboratório	8 alunos
Falta de foco nas disciplinas	3 alunos
Aprofundamento dos conteúdos	2 alunos
Conteúdos específicos de Química	4 alunos

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na segunda pergunta do questionário, que teve como objetivo identificar se os alunos tiveram alguma disciplina experimental durante o Ensino Remoto Emergencial, verificou-se que 11 alunos (73,3%) não tiveram nenhum tipo contato com disciplinas experimentais nesse período, e apenas 4 alunos (26,7%) tiveram contato com aulas práticas de Química, como mostra o Gráfico 1.

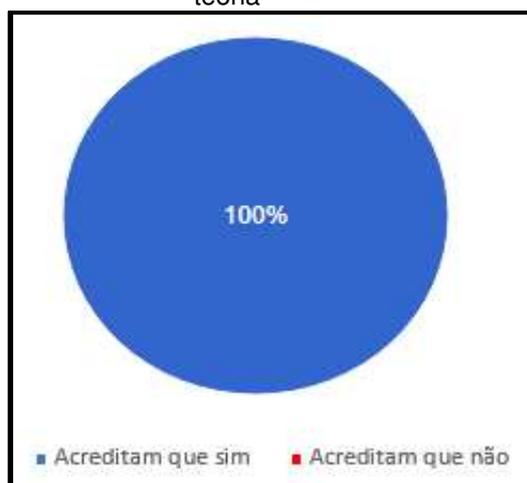
Gráfico 1 – Percentual de alunos que tiveram contato com alguma disciplina experimental durante o Ensino Remoto Emergencial



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na terceira pergunta, onde teve como objetivo verificar se os alunos acreditavam que a falta de disciplinas experimentais trazia dificuldades no aprendizado dos conteúdos teóricos de Química, verificou-se que todos os 15 alunos participantes da pesquisa responderam que acreditavam que o fato de não realizar atividades práticas em laboratório trazia dificuldades no aprendizado dos conteúdos teóricos, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Alunos que acreditam que a falta de aulas práticas traz dificuldades em compreender a teoria

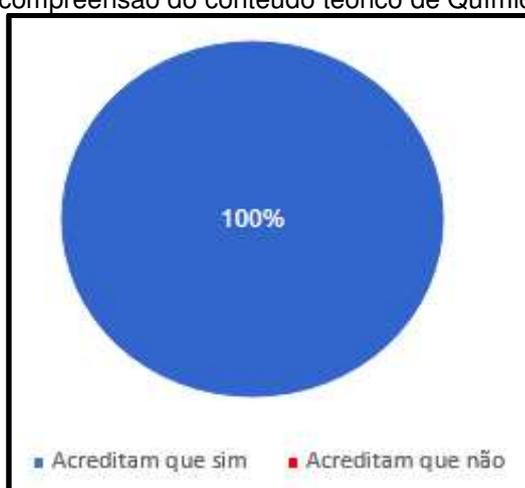


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados obtidos nas questões 2 e 3 demonstram a relevância desse trabalho, visto que 53,3% dos alunos (8 estudantes) responderam na primeira questão que apresentam dificuldades na disciplina de Química durante o ensino remoto emergencial devido à falta de aulas experimentais, mesmo sem perguntar

especificamente sobre atividades práticas nessa questão. A quarta pergunta teve como principal objetivo compreender a visão que os alunos têm acerca da utilização de experimentos em sala de aula e se eles acham que pode ajudar no entendimento do conteúdo ministrado pelo professor. Todos os 15 discentes participantes da pesquisa responderam que acreditavam que a utilização de experimentos em sala de aula ajudava no entendimento dos conteúdos teóricos de Química, como apresentado no Gráfico 3.

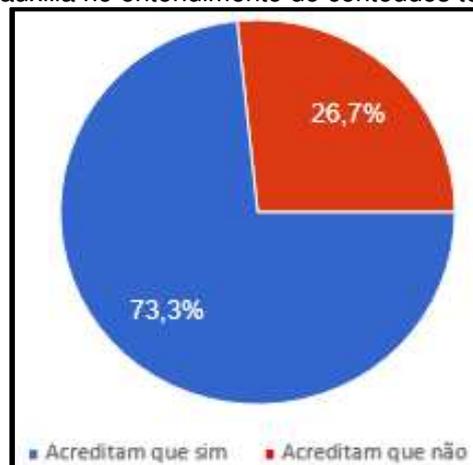
Gráfico 3 – Alunos que acreditam que a utilização de experimentos em sala de aula auxilia na compreensão do conteúdo teórico de Química



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na quinta pergunta do questionário prévio, que teve como função verificar se os alunos acreditavam que assistir vídeos de experimentos de Química em casa ajudava no entendimento do conteúdo teórico em sala de aula, identificou-se que 11 alunos (equivalente a 73,3%) responderam que assistir esses vídeos em casa ajudavam, enquanto 4 alunos (equivalente a 26,7%) responderam que não ajudavam, como mostra o Gráfico 4.

Gráfico 4 – Percentual de alunos que responderam se a visualização de vídeos com experimentos em casa auxilia no entendimento de conteúdos teóricos.

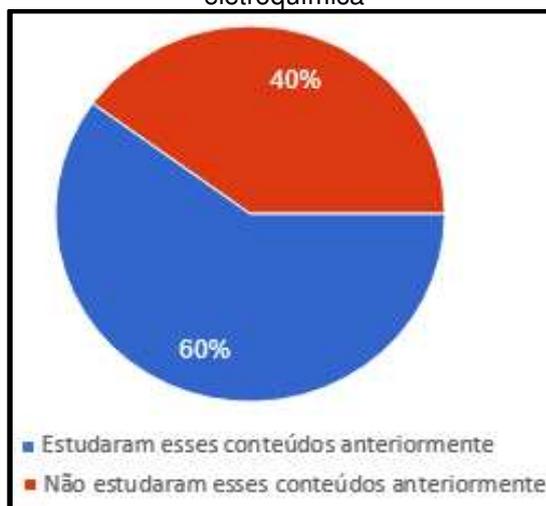


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Essa pergunta foi importante pois é interessante compreender a visão que os alunos têm acerca da utilização desse tipo de vídeo para a compreensão do conteúdo teórico ministrado em sala de aula.

Na sexta pergunta, objetivou-se verificar se os alunos já estudaram ou conheciam os conteúdos básicos de eletroquímica, necessários para a compreensão dos experimentos realizados nos vídeos que seriam passados para eles. Nessa questão, verificou-se que 9 alunos (equivalente a 60%) já tinham estudado os conteúdos de eletroquímica, enquanto 6 alunos (equivalente a 40%) responderam que não estudaram esses conteúdos anteriormente, como apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Percentual de alunos que já tinham estudado anteriormente os conteúdos de eletroquímica



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Esse resultado foi antagônico ao esperado, pois imaginava-se que todos os alunos responderiam que já tinham estudado esses conteúdos, tendo em vista que eles estão em um período avançado dentro do curso e já deveriam ter visto esses tópicos em disciplinas anteriores. Esse resultado sugere que os alunos esqueceram e não compreenderam os conteúdos de eletroquímica, já que é bastante provável que eles tiveram disciplinas que abordaram tais conteúdos ao longo da formação curricular.

Na sétima e última pergunta desse questionário prévio, que teve como objetivo verificar se os alunos que já tinham estudado os conteúdos de Eletroquímica tiveram ou não dificuldades na compreensão desse tópico, constatou-se que alguns estudantes não compreenderam e se enganaram ao responder à questão. Esperava-se que apenas 9 alunos fossem responder à pergunta, tendo em vista que na pergunta anterior apenas esse número de discentes disseram que estudaram anteriormente os assuntos de eletroquímica. Em vez disso, 13 alunos responderam à pergunta, onde 11 desses alunos (84,6%) responderam que tiveram dificuldade na compreensão dos conteúdos de eletroquímica e apenas 2 alunos (15,4%) disseram que não tiveram nenhuma dificuldade no entendimento desses assuntos, como apresentado no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Percentual de alunos que tiveram dificuldade em compreender os conteúdos de eletroquímica



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

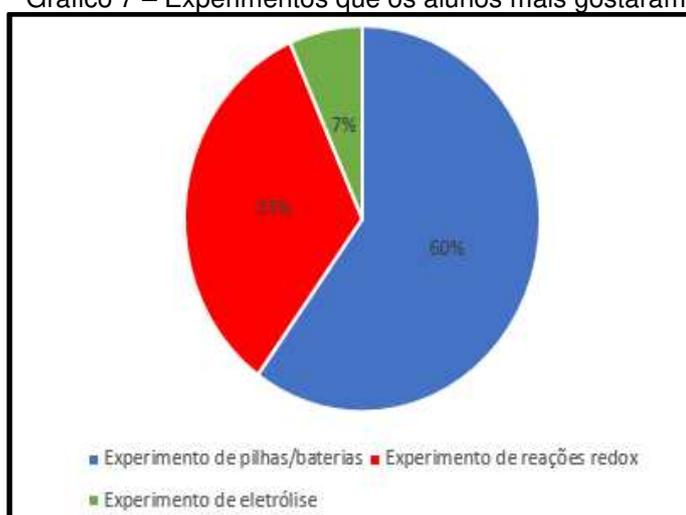
Apesar de alguns alunos não entenderem o questionamento desse item, pode-se inferir que a maioria dos discentes tiveram dificuldade na compreensão dos tópicos de Eletroquímica.

5.2 SEGUNDO QUESTIONÁRIO – APLICADO APÓS A VISUALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS AUDIOVISUAIS

Após a visualização dos 3 vídeos, os estudantes responderam ao segundo questionário (Apêndice B). Os resultados desse questionário foram avaliados através de análises qualitativas.

Na primeira pergunta, objetivou-se identificar os experimentos que os alunos mais gostaram (Gráfico 7) e menos gostaram (Gráfico 8) a fim de verificar possíveis melhorias para essas práticas.

Gráfico 7 – Experimentos que os alunos mais gostaram



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A partir do Gráfico 7 constatou-se que o segundo experimento, da bateria feita em forminha de gelo (Experimento de pilhas/baterias), foi aquele que a maioria dos alunos mais gostaram (9 alunos, 60% do total). Seguido do primeiro experimento, sobre reações de oxirredução (Experimento de reações redox), citado por 5 alunos (33%), enquanto o experimento três, sobre eletrólise foi citado por apenas 1 aluno (7%).

Já na segunda parte da questão, onde os alunos responderam quais dos experimentos eles menos gostaram (Gráfico 8), verificou-se que 6 alunos (40%) gostaram menos do experimento sobre pilhas e baterias, 4 alunos gostaram menos do experimento de oxirredução (27%) e 2 alunos (13%) gostaram menos do experimento de eletrólise. Também tiveram 3 alunos (20%) que não conseguiram dizer qual dos experimentos menos gostou, e disseram que gostaram igualmente de todas as práticas.

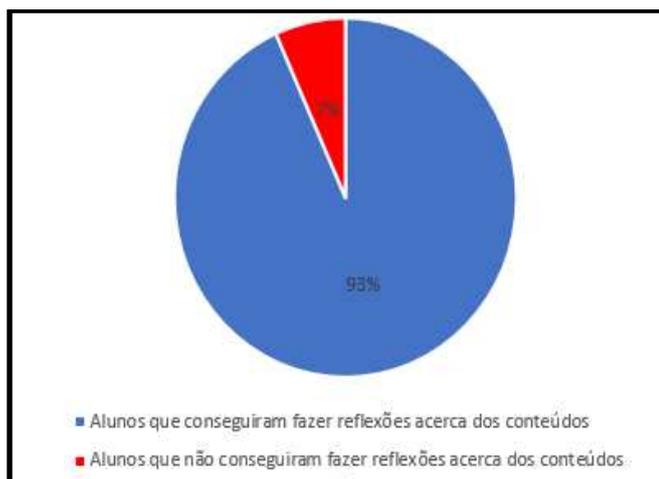
Gráfico 8 – Experimento que os alunos menos gostaram



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na segunda pergunta desse questionário, foi indagado se os experimentos que foram apresentados conjuntamente com suas respectivas explicações foram capazes de fazer os alunos refletirem acerca dos fenômenos abordados. Esse questionamento teve o objetivo de verificar se a atividade foi capaz de fazer o aluno pensar além da sala de aula nos fenômenos e conteúdos apresentados, enxergando a importância nesses tópicos para a sociedade. Nesse sentido, 14 estudantes (93%) participantes da pesquisa disseram que os vídeos os fizeram refletirem acerca dos conteúdos enquanto apenas 1 aluno (7%) disse que os vídeos não o fizeram pensar sobre esses conteúdos, como mostrado no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Percentual de alunos que foram capazes de fazer reflexões sobre os conteúdos após assistir aos vídeos

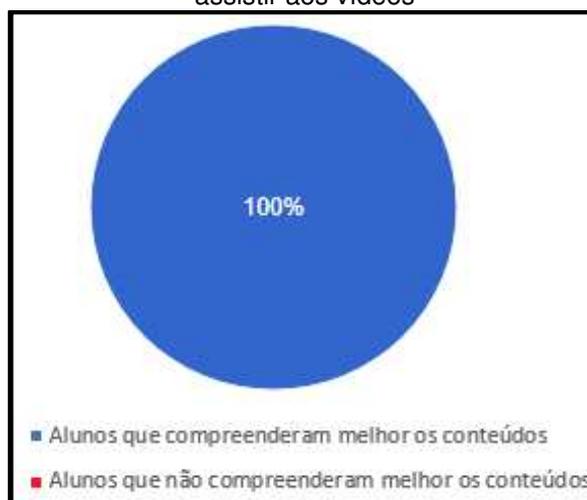


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Apesar de ser uma pergunta subjetiva e somente os alunos que responderam saberem exatamente a forma que eles pensaram acerca desses conteúdos, considera-se positivo o fato de que a maioria absoluta dos participantes do trabalho tenha conseguido refletir sobre os conteúdos ao assistir os vídeos. Esse resultado pode ser corroborado por Fragal *et al.*, (2011), que também trabalharam com a experimentação em eletroquímica e chegaram à conclusão de que os alunos, a partir dos experimentos trabalhados, conseguiram realizar reflexões para além da sala de aula, ajudando a construir seu papel como cidadão.

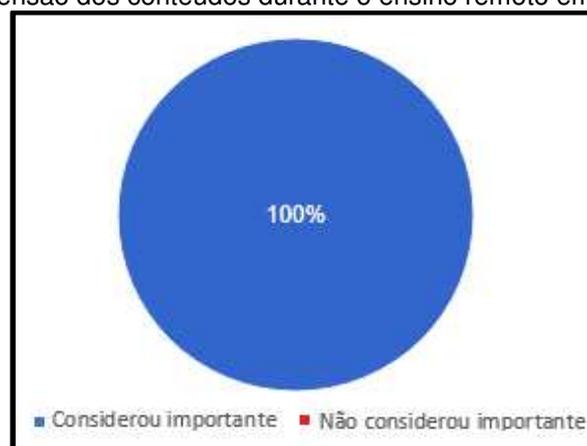
Na terceira e na quarta pergunta desse questionário, teve-se como principais objetivos verificar se os vídeos com os experimentos fizeram os alunos compreender melhor os conteúdos de eletroquímica (Gráfico 10) e também se os discentes acreditavam ou não que a utilização desses vídeos em aulas teóricas durante o ERE era importante para ajudar na compreensão do assunto estudado (Gráfico 11).

Gráfico 10 – Percentual de alunos que compreenderam melhor o conteúdo de eletroquímica após assistir aos vídeos



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Gráfico 11 – Percentual de alunos que considerou importante a utilização desses vídeos para compreensão dos conteúdos durante o ensino remoto emergencial



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nessas duas perguntas, todos os alunos responderam que sim. Ou seja, na visão de todos os discentes, esses vídeos ajudaram na compreensão dos conteúdos de eletroquímica e todos consideraram importante a utilização desses vídeos para a compreensão dos conteúdos durante o período de ensino remoto emergencial. Os resultados obtidos nessa questão estão de acordo com Sousa e Valério (2021), que também trabalharam com vídeos contendo experimentos de Físico-Química durante o Ensino Remoto Emergencial, onde os autores trazem que a atividade executada teve um impacto positivo para a aprendizagem da maioria dos alunos.

A quinta e última pergunta desse questionário teve como principal objetivo ouvir os alunos em relação a possíveis críticas ou sugestões ao trabalho para possivelmente realizar melhorias futuras. O espaço para responder foi aberto e os

alunos podiam escrever o que quisessem e achassem relevante. No geral, os estudantes aproveitaram esse espaço para fazer elogios aos vídeos, e não fizeram nenhuma crítica. Porém um aluno sugeriu adicionar as equações químicas dos experimentos nos vídeos, algo que não foi pensado no momento de elaboração dos vídeos, mas que pode ser importante para os alunos na compreensão dos fenômenos eletroquímicos e nos conteúdos de Química, como um todo.

5.3 PROVA ESCRITA

Após a aplicação dos questionários e a visualização dos vídeos experimentais, foi realizada uma prova escrita (Apêndice C) com consulta e composta de 3 questões elaboradas a partir de conteúdos vistos em sala de aula e demonstrados nas aulas audiovisuais práticas, com a finalidade de quantificar e verificar se os alunos foram capazes de aprender e compreender os conteúdos da eletroquímica. O gabarito da prova também se encontra no Apêndice C.

A primeira questão, dividida em cinco subitens (a-e), abordou os conteúdos do vídeo 1 que tratou sobre a reação de oxirredução entre a palha de aço (Fe°) e os íons Cu^{2+} . A partir da Tabela 1, pode-se analisar o número de acertos dos discentes no que se refere a escrita das reações químicas que ocorrem no processo experimental, bem como suas explicações sobre o entendimento do fenômeno eletroquímico.

Tabela 1 – Taxa de acertos da Questão 1

Subitens	Nº de alunos que acertaram	% de alunos que acertaram
a	15	100%
b	15	100%
c	10	66,7%
d	15	100%
e	14	93%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A Tabela 1 mostra que 100% dos alunos acertaram os itens “1a” e “1b”, porém apenas 66,67% acertaram o item “1c”. Assim, constatou-se que, embora eles conseguissem identificar a espécie oxidada (Fe) e reduzida (Cu^{2+}) na reação, bem como escrever as semirreações de oxidação ($\text{Fe}^{\circ}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^{\circ}_{\text{oxi.}} = + 0,44 \text{ V}$)

e redução ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0_{(\text{s})}$ $E^{\circ}_{\text{red.}} = + 0,34 \text{ V}$) ocorridas durante o fenômeno eletroquímico, parte desses discentes assimilaram parcialmente (2 alunos) ou não compreenderam, como obter a reação global ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe}^0_{(\text{s})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}^0_{(\text{s})}$ $E^{\circ}_{\text{reação}} = 0,34 + 0,44 = 0,78 \text{ V}$), respondendo esse item erradamente (3 alunos). Nesse caso, teria sido interessante procurar saber desses estudantes o porquê dessa dificuldade, uma vez que a partir das semirreações, chega-se na reação global pelo somatório das duas equações.

Ainda na análise da Tabela 1, pode-se verificar que 100% e 93% dos estudantes acertaram os subitens “1d” e “1e”, respectivamente, ou seja, a maioria dos alunos entendeu o porquê da mudança de cor da solução de azul para incolor, devido a redução dos íons Cu^{2+} , assim como o motivo da palha de aço se tornar avermelhada, pela formação do Cobre metálico em sua superfície. Esse fato demonstrou que os discentes compreenderam os fenômenos eletroquímicos ocorridos durante o processo e o vídeo não funcionou apenas como um espetáculo científico televisivo, onde os estudantes percebem a mudança de cor, acham legal, mas não entendem o motivo. Vale ressaltar que todas as etapas do processo eletroquímico foram explicadas durante a demonstração do experimento, o que pode sugerir a alta taxa de acerto dessa questão (91,94%). Contudo, o fato da maior parte dos discentes terem conseguido transformar a linguagem falada do vídeo em uma escrita química, mostrou que eles assimilaram o conteúdo abordado de forma bastante positiva.

A questão 2, composta por três subitens (a-c), tratou sobre os conteúdos abordados no vídeo 2, relacionados ao funcionamento de uma bateria, que foi formada a partir de várias pilhas ligadas em série, compostas por eletrodo de Cobre e Zinco em solução de NaCl. A Tabela 2, apresenta o número de acertos dos discentes nos subitens dessa questão.

Tabela 2 – Taxa de acertos da Questão 2

Subitens	Nº de alunos que acertaram totalmente	% de alunos que acertaram totalmente
A	15	100%
B	0	0%
C	6	40%
Taxa de acertos total:		46,67%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na análise da Tabela 2, verifica-se que 100% dos alunos acertaram o subitem 2a, ou seja, eles sabem que o sal de cozinha foi utilizado para aumentar a condutibilidade elétrica da água, pois a mesma possui pouca condutibilidade elétrica.

Em relação ao subitem “2b”, que pediu para descrever todo experimento e explicar o ocorrido com base nas semirreações de redução ($2\text{H}_2\text{O (l)} + \text{O}_2 \text{(g)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^- \text{(aq.)}$, $E^\circ_{\text{red}} = +0,40 \text{ V}$) e oxidação ($2\text{Zn}^\circ \rightarrow 2\text{Zn}^{2+} \text{(aq)} + 4\text{e}^-$, $E^\circ_{\text{oxi.}} = +0,76 \text{ V}$), todos os alunos responderam de maneira incorreta. Esse resultado não foi inesperado, pois os discentes tiveram o primeiro contato com esse conteúdo na primeira aula da disciplina de corrosão e geralmente, de acordo com o professor da turma, a maior parte dos estudantes tem dificuldade em entender as reações eletroquímicas quando os eletrodos estão imersos em soluções diferentes dos seus íons, como no caso do subitem 2b, onde se tem Cu e Zn imersos em solução de NaCl. Nesse caso o eletrodo de Zn sofre a oxidação e a redução é sofrida pelo Oxigênio presente na água. Isso gera a dificuldade no entendimento dos discentes, uma vez que em todas as reações eletroquímicas mostradas durante as outras disciplinas cursadas, quem sofre a redução é sempre o íon metálico presente na solução.

No que se refere ao subitem “2c” é verificado na Tabela 2 que apenas 40 % dos discentes (6 alunos) responderam corretamente, enquanto 9 alunos (60%) responderam incorretamente essa questão. Tendo em vista que para responder corretamente esse subitem, os alunos teriam que acertar todo o subitem “2b”, principalmente a semirreação de redução do oxigênio da água ($2\text{H}_2\text{O (l)} + \text{O}_2 \text{(g)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^- \text{(aq.)}$), uma vez que a formação do OH^- explicaria a alcalinidade da solução, pode-se sugerir que os 6 estudantes acertaram essa questão pelo método da tentativa e erro. Essa questão 2 foi considerada a mais difícil da prova, o que refletiu em uma baixa taxa total de acerto (46,67%), pois esta questão exigiu que os alunos estudassem o material de aula do professor da disciplina de corrosão de forma mais aprofundada e não ficassem apenas se baseando na demonstração do vídeo. Esse resultado também vai de acordo com Arroio, Diniz e Giordan (2005), onde os autores dizem que os vídeos são úteis para o ensino, mas não substituem os materiais escritos e nem o papel do professor em sala de aula.

A questão 3, composta de quatro subitens (a-d), abordou os conteúdos do vídeo 3, sobre o funcionamento de uma reação eletrolítica (eletrólise) formada a partir de dois eletrodos de ferro metálicos imersos em uma solução aquosa de NaCl,

colorida com corante alimentício. A Tabela 3, apresenta o número de acertos dos discentes nos subitens dessa questão.

Tabela 3 – Taxa de acertos da questão 3

Subitem	Nº de alunos que acertaram totalmente	% de alunos que acertaram totalmente
A	15	100%
B	15	100%
C	15	100%
D	5	33,3%
Taxa de acertos total	83,3%	

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A partir da Tabela 3, observa-se que todos os alunos (100%) acertaram os subitens “3a”, “3b” e “3c” da questão 3, ou seja, eles conseguiram escrever as semirreações do anodo ($\text{Fe}^{\circ} (\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e}^-$ $E^{\circ}_{\text{oxi.}} = + 0,44 \text{ V}$) e catodo ($2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + 2\text{OH}^- (\text{aq})$ $E_{\text{red}} = - 0,83 \text{ V}$), bem como a reação global ($2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{Fe}^{\circ} (\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g}) + 2\text{OH}^- (\text{aq})$ $E_{\text{reação}} = - 0,39\text{V}$). Resultado que é antagônico ao visto na Questão 2. A diferença daquela questão para esta, pode estar no fato do enunciado da última questão da prova elencar algumas dicas, tais como o fato da reação eletroquímica do Fe se passar em uma solução de NaCl e não em um banho eletrolítico de íons Ferro, além de fornecer as possíveis semirreações do anodo e catodo, fazendo com que o aluno as escolhessem, apenas a partir do valor do potencial de redução (observações 1 a 4 da questão 3), ou seja, a espécie de maior potencial de redução, reduz, e a espécie de menor potencial de redução, oxida.

Essa distinção no maior número de acertos da questão 3 em relação a questão 2, nos leva a sugerir que os alunos souberam aplicar o conhecimento adquirido na disciplina quando foi fornecido as observações chaves para resolver o problema (Observações 1 a 4), contudo, a maioria desses alunos não tiveram a perspicácia de buscar essas informações de maneira independente no material de aula do professor. Eles também não conseguiram compreender que as observações mostradas na última questão (número 3) poderiam auxiliá-los no raciocínio do item 2b da avaliação que é bastante similar. No item “3c” todos os alunos também responderam de forma correta o motivo da mudança de coloração da solução ao fim do experimento, entendendo

que os íons de Fe^{2+} formados na eletrólise adsorvem as partículas do corante que está em solução. Assim a partir da reação do íon Fe^{2+} com a hidroxila OH^- produzida no catodo, há a formação do hidróxido ferroso, que é insolúvel, e ao precipitar retira as partículas do corante da solução, alterando a cor da mesma. É válido ressaltar que essa explicação foi dada ao longo da realização do experimento, mostrando que os alunos prestaram atenção nessa etapa da execução da prática.

Levando em consideração o subitem “3d”, o baixo número de acertos (33%) chamou atenção, pelo fato dos alunos não conseguirem acertar o nome do sólido formado no filtro de papel, uma vez que todos acertaram a equação global do processo (item 3b) que mostrou a formação de $\text{Fe}(\text{OH})_2$, bem como foi citada a nomenclatura do composto durante a realização da prática, Hidróxido Ferroso. Esse resultado pode indicar que a pergunta desse subitem talvez não tenha sido bem formulada, levando aos alunos a responderem incorretamente, como também sugere desatenção por parte dos alunos ao responderem esse item.

Em relação as notas dos alunos na avaliação, a média da turma foi de 5,53 pontos, uma vez que a avaliação totalizou 7 pontos, a média de aproveitamento da turma ficou em 79%, demonstrando que os alunos tiveram um bom desempenho na prova, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Média dos alunos e taxa de acertos total da prova

Valor máximo da prova	Média dos alunos	Taxa de acertos total
7 pontos	5,53 pontos	79%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Esse resultado mostrado na tabela 4 pode indicar que os vídeos audiovisuais com as aulas experimentais contribuíram de forma complementar e adicional para o aprendizado dos alunos, o que também pode corroborar os resultados adquiridos nos Gráficos 9, 10 e 11.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim do questionário prévio, observou-se que a maioria dos alunos não tiveram contato algum com disciplinas experimentais e/ou experimentos de Química em geral durante todo esse período de Ensino Remoto Emergencial, mesmo esses discentes fazendo parte de um curso técnico, onde as práticas são fundamentais.

Constatou-se também que todos os alunos que participaram da presente pesquisa tinham apreço por atividades práticas e as consideraram importantes para compreensão do conteúdo teórico, principalmente os de eletroquímica, onde a maioria dos alunos respondeu que sempre tiveram dificuldades na compreensão desse assunto.

Já ao final do segundo questionário, foi possível verificar que para todos os alunos a utilização desses vídeos foi importante para o seu aprendizado e que todos eles consideraram importantes a utilização desses recursos durante o período de ensino remoto emergencial.

A partir da prova escrita, chegou-se à conclusão que mesmo com os vídeos demonstrando os experimentos e explicando os ocorridos, os alunos tiveram dificuldades em escrever as semirreações que se pediam, bem como escrever suas equações globais. Portanto seria interessante dar maior atenção na explicação desses tópicos para os alunos, a fim de fazê-los compreender melhor esses conceitos. Apesar disso, de modo geral, os alunos tiveram um desempenho bastante satisfatório nessa avaliação, demonstrando que a atividade experimental foi importante para o aprendizado dos estudantes.

Tendo em vista todos os resultados adquiridos a partir desse trabalho, tanto os resultados qualitativos (adquiridos através dos questionários) quanto os quantitativos (adquiridos através da análise da prova escrita) pode-se inferir que o trabalho contribuiu bastante para o aprendizado dos alunos, ajudando-os a compreender melhor os conteúdos de eletroquímica vistos em sala de aula. Nesse sentido, a utilização de aulas experimentais a partir de vídeos demonstrativos se prova como uma excelente alternativa para se trabalhar com atividades práticas e experimentos de Química durante o ensino remoto emergencial, como também como uma ferramenta auxiliadora às aulas práticas presenciais.

REFERÊNCIAS

- ALISON, R. B.; LEITE, A. L. Possibilidades E Dificuldades Do Uso Da Experimentação No Ensino Da Física. **Cadernos Pde**. Paraná, v. 1, n. 1, p.8-8, jan. 2016.
- ANDRADE, V. F.; PINHEIRO, T. A.; PINHEIRO, T. A.; Aulas práticas de Química Online no processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia. In. *IntegraEaD*, 1., Campo Grande, 2020. **Anais do IntegraEaD [...]**. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2020.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.
- ARROIO, A.; DINIZ, M. L.; GIORDAN, M. A utilização do vídeo educativo como possibilidade de domínio da linguagem audiovisual pelo professor de ciências. In. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas do V ENPEC [...]**, Bauru: ABREAPEC, 2005.
- ARRUDA, E. P. EDUCAÇÃO REMOTA EMERGENCIAL: Elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. **EmRede (Revista de Educação a Distância)**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 257-275, 2020.
- ATKINS, P.W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v.20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnológica), v. 3, 1999.
- BROWN, L. T.; LEMAY H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C.; WOODWARD, P.; STOLTZFUS, M. E. **Química: A ciência central**. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016.
- FERRES, J. **Vídeo e Educação**. 2a ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P.; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, p.217, 2011.
- FOGAÇA, J. R. V. **Medição dos potenciais eletroquímicos**. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/medicao-dos-potenciais-eletroquimicos.htm>. Acesso em 10 de novembro de 2021.
- GALVAO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017.

GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999. p.43-49.

GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. A Experimentação E A Pilha De Daniell Numa Abordagem Demonstrativa-Investigativa. **Revista Ciência e Ideias**, Rio de Janeiro, p.169-212, set. 2018.

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. **The difference between emergency remote teaching and online learning**. *EDUCAUSE Review*, 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. **Química Geral e reações químicas**. v. 2, 4ed. LTC, 2002.

KOCH, G.; VARNEY, J.; THOMPSON, N.; MOGHISSI, O.; GOULD, M.; PAYER, J. **International Measures of Prevention, Application and Economics of Corrosion Technologies Study (IMPACT)**, NACE International, 2016.

LIMA, F. B. Ensino remoto em tempos de Covid-19: Percepções de alunos do curso de letras. **Palimpsesto - Revista do Programa de Pós-Graduação em Letras da UERJ**, v. 19, n. 34, 2020.

LIMA, I. M.; MORAIS, M. L.; SOUSA, D. P.; BARROS, J. C.; PESSÔA, P. A. P. A Experimentação No Ensino De Química: A Percepção Dos Alunos Sobre A Importância Das Aulas Práticas No Processo De Ensino Aprendizagem. *In CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 5., 2018. **Anais do V CONEDU [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2018.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Espaço Acadêmico**, Ceará, v. 8, n. 136, p. 95-101, jul. 2012.

MANDARINO, M. C. F. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Morpheus - Revista Eletrônica em Ciências Humanas**, Rio de Janeiro, Ano 01, n. 01, p. 01-09, 2002.

MENDES, B. P.; SANTOS, B. F.; SANTOS, B. S.; FERREIRA, B. H. M. Vantagens E Desvantagens Do Ensino Remoto Emergencial No Brasil. *In: CONSCIÊNCIA*, 1. 2020. **Anais do congresso nacional universidade EAD e Software Livre [...]**, 2020.

MERÇON F. A experimentação no Ensino de Química. *In Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4., 2004. Bauru. **Atas do V ENPEC [...]**, Bauru: ABRAPEC, 2005.

MÓL, G. S. O ensino da Química no ano internacional da Química. **Revista de Ciências, Educação e Matemática**. v.1, n.1, 2011.

MORAN, J. O Vídeo na Sala de Aula. **Comunicação & Educação**, São Paulo, p. 27-35, 1995.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Infor**, São Paulo, v. 2, n. 1, 2016.

NUNES, M. R.; SÁ, E.F. Utilização de vídeos e videoaulas em planejamentos didáticos de Física do Ensino Médio. *In* Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Atas do XI ENPEC [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Novel Coronavirus 2019: Questions and Answers**. Disponível em:<<https://bitly.com/U6MyL>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. G. S.; SILVA, C. C. Uso de vídeos como atividade experimental demonstrativa no Ensino de Química. *In*: Semana da Licenciatura, 12., 2015. Jataí. **Anais da semana da licenciatura [...]**. Jataí: Instituto Federal de Goiás, 2015.

OLIVEIRA, D. G. D. B.; GABRIEL, S. S.; MARTINS, G. S. V. A Experimentação Investigativa: Utilizando Materiais Alternativos Como Ferramenta De Ensino-Aprendizagem De Química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, n. 2, p.238-247, set. 2017.

PONTES, A. N.; SERRÃO, C. R. G.; FREITAS, C. K., SANTOS, D. C. P.; BATALHA, S. S. A. O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação. *In*. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química [...]**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen-ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4, 2018.

SILVA, A. M. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais atraente. **Rqi**. Ceará, p. 7-12. 2011.

SILVA, F. N.; SILVA, R. A.; RENATO, G. A.; SUART, R. C. Concepções de professores dos cursos de Química sobre as atividades experimentais e o Ensino Remoto Emergencial. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 10, e024727, p. 1-21, 2020.

SILVA, H.A; CASTILHO, W. S.; JUNIOR, A. P.; O uso de vídeos como recurso pedagógico para o ensino de física: concepções dos estudantes e motivação em um contexto histórico a partir do acidente radiológico com o célio-137 em Goiânia. **SAJEBTT**, v.6, n.2, p. 02-20, 2019.

SILVA, J. L; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGUOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de

Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. **Química Nova na Escola**, São Paulo, 2012.

SOUSA, L. G.; VALÉRIO, R. B. R. Química experimental no ensino remoto em tempos de Covid-19. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2021.

SOUSA, R. F. **A Utilização De Vídeo-Aulas Experimentais Como Recurso Didático Para Facilitar O Processo De Ensino Aprendizagem De Química No Ensino Médio**, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/48631>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

TAHA, M.S; LOPES, C.S.C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 1, 2016.

TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. **Eletroquímica: princípios e aplicações**. 2. ed., 2003.

ZANONI, M.; BORGES, A.; BENEDETTI, A.; YAMANAKA, H.; SOTOMAYOR., M. D. P.; BESSEGATO, G.; STRADIOTTO, N.; ZANTA, C. L.; ANDRADE, A. Panorama da eletroquímica e eletroanalítica no brasil. **Química Nova**, v. 40, n. 6, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

APÊNDICE A – Questionário prévio para avaliação da atividade de eletroquímica

1ª Pergunta: Relacionado ao estudo da Química, qual a maior dificuldade que você tem (ou teve) no ensino não presencial?

2ª Pergunta: Durante o período de ensino não presencial, você tem/teve alguma disciplina experimental de Química?

3ª Pergunta: Você acredita que não estar cursando disciplinas experimentais de Química faz com que seja mais difícil compreender a teoria?

4ª Pergunta: Você acredita que para aprender Química, a utilização de experimentos em sala de aula pode ajudar a compreender o conteúdo ministrado pelo professor?

5ª Pergunta: Você acha que assistir vídeos de experimentos de Química em casa pode ajudar a compreender o conteúdo ministrado pelo professor?

6ª Pergunta Você já estudou (ou têm conhecimento) dos conteúdos de Eletroquímica?

7ª Pergunta: Caso a sua resposta acima tenha sido "Sim", você teve dificuldades na compreensão desses conteúdos?

APÊNDICE B – Segundo questionário para avaliação da atividade de Eletroquímica

1ª Pergunta: Dos experimentos apresentados na atividade, qual foi o que você mais gostou? E qual que menos gostou?

2ª Pergunta: Você acredita que os experimentos apresentados incentivaram você a refletir sobre os fenômenos e conteúdos abordados?

3ª Pergunta: Os vídeos dos experimentos ajudaram você a compreender melhor o conteúdo de eletroquímica?

4ª Pergunta: Você acredita que a utilização desses vídeos em aulas teóricas não presenciais foi importante para a compreensão dos conteúdos?

5ª Pergunta: Você tem alguma crítica ou sugestão em relação aos vídeos e aos experimentos?

APÊNDICE C – Questões da prova escrita aplicada para os alunos com gabarito

1) Reações de Oxirredução

O primeiro vídeo mostra uma aula experimental sobre reações de oxirredução. No experimento demonstrado no vídeo, ocorre uma reação de oxirredução entre a palha de aço (Fe°) e íons Cu^{2+} . Com base nesse experimento mostrado no vídeo, responda as questões a seguir:

a) Qual reagente sofre redução? Qual reagente sofre oxidação?

R: Ferro da Palha de aço sofre oxidação e os íons Cu^{2+} da solução sofrem redução.

b) Escreva as semirreações de oxidação e redução. Consulte a tabela E° .

R: Semirreação de oxidação: $\text{Fe}^\circ \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^-$ $E^\circ_{\text{oxi.}} = + 0,44 \text{ V}$

Semirreação de redução: $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^\circ$ $E^\circ_{\text{red.}} = + 0,34 \text{ V}$

c) Escreva a reação global da reação e calcule o E° da reação

R: $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe}^\circ \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Cu}^\circ$ $E^\circ_{\text{reação}} = 0,34 + 0,44 = 0,78 \text{ V}$

d) Explique o motivo da solução ter passado de azul para incolor ao final do experimento

R: A solução ficou incolor pois os íons de Cu^{2+} , que davam a coloração azul da solução, foram reduzidos e saíram de solução, onde ficou apenas os íons de Fe^{2+} , que é incolor

e) Explique a coloração avermelhada da palha de aço ao final do experimento.

R: A redução dos íons Cu^{2+} ocorreu na superfície da palha de aço, formando o Cu° , que é um metal de cor avermelhada.

2) PILHAS E BATERIAS

O segundo vídeo demonstra o funcionamento de uma bateria, que foi formada com várias pilhas ligadas em série. A partir da observação do vídeo e do experimento, responda as questões a seguir:

a) No início do experimento foi adicionado sal de cozinha na água da forminha de gelo. Qual a função do sal na realização do experimento?

R: A função da utilização do sal é aumentar a condutibilidade elétrica da água, pois a água pura possui pouca condutibilidade elétrica.

b) O experimento mostrou que a bateria formada a partir do arranjo em série dos eletrodos de Cu e Zn gerou uma tensão de cerca de 8V, permitindo que se acendesse uma lâmpada de LED, que necessita de apenas 3V. Explique o ocorrido com base nas semirreações de oxidação e redução, assim como a equação global ocorrida em uma pilha formada por Cu e Zn em solução de NaCl.

R: Semirreação de oxidação: $2\text{Zn}^{\circ} \rightarrow 2\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 4\text{e}^{-}$ $E^{\circ}_{\text{oxi.}} = +0,76 \text{ V}$

Semirreação de redução: $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{e}^{-} \rightarrow 4\text{OH}^{-}_{(\text{aq.})}$ $E^{\circ}_{\text{red.}} = +0,40 \text{ V}$

Reação Global: $2\text{Zn}^{\circ} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 4\text{OH}^{-}_{(\text{aq.})}$ $E^{\circ}_{\text{pilha}} = +1,16 \text{ V}$

A reação do zinco, proveniente dos parafusos, com a água e o oxigênio do ar, forma uma pilha, onde a corrente elétrica produzida pode ser utilizada para alimentar algum dispositivo eletrônico. Porém, uma única pilha não seria suficiente para acender o LED, porque ela gera menos de 3 volts, valor mínimo para acender a lâmpada. Para isso, fez-se uma ligação em série com várias pequenas pilhas na forma de gelo, para aumentar a tensão gerada pela bateria e conseguir acender os LEDs.

c) Ao final do experimento, a solução apresentará características ácidas ou básicas?

R: O meio fica básico devido a formação de hidróxido de zinco.

3) ELETRÓLISE

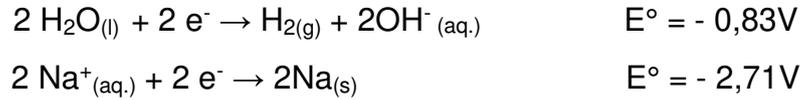
O terceiro vídeo demonstra o funcionamento de uma eletrólise com dois eletrodos de ferro metálico em uma solução aquosa de NaCl, colorida com corante alimentício.

RELEMBRANDO:

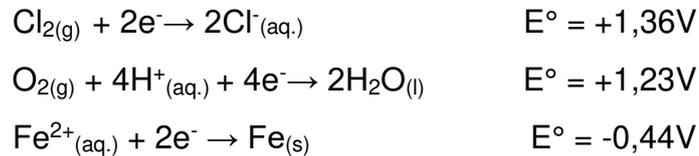
Observação 1: O Fe está imerso em solução de NaCl que não contem os seus íons.

Observação 2: Na eletrólise o cátodo é o polo negativo e o anodo é o polo positivo, ao contrário da pilha.

Observação 3: No catodo (-), onde ocorre a redução, poderá ocorrer a redução da H₂O ou do Na⁺, já que o polo negativo pode atrair os íons positivos. Defina quem reduz com base nos potenciais de redução.



Observação 4: No anodo (+), onde ocorre a oxidação, poderá ocorrer a oxidação do Cl⁻, da H₂O ou do Fe, já que o polo negativo pode atrair os íons positivos. Defina quem oxida com base nos potenciais de redução.



Com base no vídeo, responda:

a) Escreva as semirreações que ocorrem no anodo e no catodo.

R: Semirreação no catodo: $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$ $E_{\text{red.}} = -0,83 \text{ V}$

Semirreação no anodo: $\text{Fe}^\circ \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2\text{e}^-$ $E^\circ_{\text{oxi.}} = +0,44 \text{ V}$

b) Escreva a equação global desse processo;

R: Reação Global: $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{Fe}^\circ \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$ $E_{\text{reação}} = -0,39\text{V}$

c) Com base na equação escrita na letra B, explique a mudança de coloração da solução após o fim da eletrólise.

R: A mudança de coloração ocorre, pois, os íons de Fe²⁺ formados na eletrólise adsorvem as partículas do corante que está em solução. Com a formação do hidróxido ferroso, que é insolúvel, as partículas do corante saem de solução, alterando a cor da mesma.

d) Qual o nome IUPAC da substância retida no papel filtro?

R: Hidróxido Ferroso ou Hidróxido de Ferro(II)