



Ministério da Educação
Secretária de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Campus Iporá

Curso de Licenciatura em Química

LAURO HENRIQUE ALCANTARA DE JESUS

**ENSINO REMOTO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA
CONSTRUTIVISTA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SE
TRABALHAR A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E
SOFTWARES EDUCATIVOS DE SIMULAÇÃO**

Iporá - GO
Julho/2021



Ministério da Educação
Secretária de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
Campus Iporá

Curso de Licenciatura em Química

LAURO HENRIQUE ALCANTARA DE JESUS

**ENSINO REMOTO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA
CONSTRUTIVISTA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SE
TRABALHAR A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E
SOFTWARES EDUCATIVOS DE SIMULAÇÃO**

Monografia de graduação apresentada para obtenção do
título de Licenciado em Química pelo Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá.

Orientadora: Prof^ª. Dra Erika Crispim Resende

Iporá - GO
Julho/2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

J58e Jesus, Lauro Henrique Alcantara de
ENSINO REMOTO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA
CONSTRUTIVISTA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SE
TRABALHAR A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E
SOFTWARES EDUCATIVOS DE SIMULAÇÃO / Lauro Henrique
Alcantara de Jesus; orientadora Erika Crispim
Resende. -- Iporá, 2021.
96 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Química) --
Instituto Federal Goiano, Campus Iporá, 2021.

1. Eletroquímica. 2. Experimentos. 3. Metodologias
de Ensino. 4. Softwares educativos de simulação. I.
Crispim Resende, Erika, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: LAURO HENRIQUE ALCANTARA DE JESUS

Matrícula: 2017205221530012

Título do Trabalho: ENSINO REMOTO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SE TRABALHAR A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E SOFTWARES EDUCATIVOS DE SIMULAÇÃO

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: O conteúdo do trabalho será submetido para publicação em revista científica. Assim, pede-se que todo o conteúdo seja disponibilizado apenas após data descrita abaixo.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/08/2024.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

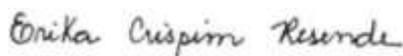
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Iporá, 06/08/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 12/2021 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

**ANEXO - ATA Nº 02/2021 DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos cinco dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um, às 13:30h., na **Sala virtual** : <https://meet.google.com/mhc-avgk-bhw?authuser=0>-, teve lugar, de forma remota em decorrência do isolamento social causado pela COVID 19, o TRABALHO DE CURSO (TC), como requisito de conclusão do Curso Superior de Licenciatura em Química. O Trabalho teve o título: ENSINO REMOTO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SE TRABALHAR A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E *SOFTWARES* EDUCATIVOS DE SIMULAÇÃO.

Foi defendido pelo aluno Lauro Henrique Alcantara de Jesus. Matrícula nº 2017205221530012. A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores: Erika Crispim Resende, Marlúcio Tavares do Nascimento e Onofre Vargas Júnior, a seguir identificados:

Nome	Membros	Nota do Trabalho Escrito	Nota da Apresentação oral	Média
Erika Crispim Resende-IF Goiano Campus Iporá	Presidente	9,0	10,0	9,5
Marlúcio Tavares do Nascimento-IF Goiano Campus Iporá	Membro	10,0	10,0	10,0
Onofre Vargas Júnior-IF Goiano Campus Iporá	Membro	9,0	10,0	9,5
Nota Final (média aritmética das notas finais dos 03 avaliadores)				9,7

Após a apresentação, o aluno foi arguido pela banca examinadora e o trabalho de Curso - TC, foi considerado como: () Aprovado com nota: _____; foi: () Aprovado com nota: ___ e ressalvas para correção, foi: (x) Aprovado com nota: 9,7 e com recomendação para publicação.

Iporá, 05 de julho de 2021.

Assinatura do aluno graduando:

(Assinado eletronicamente)

Lauro Henrique Alcantara de Jesus

BANCA EXAMINADORA - MEMBROS

(Assinado eletronicamente)

Profa. Erika Crispim Resende

Orientadora - IF Goiano Campus Iporá (Presidente)

(Assinado eletronicamente)

Prof. Marlúcio Tavares do Nascimento- Membro do IF Goiano Campus Iporá

(Assinado eletronicamente)

Prof. Onofre Vargas Júnior-IF Goiano Campus Iporá - Membro do IF Goiano Campus Iporá

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lauro Henrique Alcantara de Jesus, 2017205221530012 - Discente**, em 05/07/2021 16:03:21.
- **Onofre Vargas Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 05/07/2021 15:30:00.
- **Marlucio Tavares do Nascimento, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 05/07/2021 15:28:07.
- **Erika Crispim Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 05/07/2021 15:21:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/06/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 285239
Código de Autenticação: da3a3f83b4



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Iporá

Av. Oeste, nº 350, Parque União, Parque União, IPORA / GO, CEP 76.200-000

(64) 3674-0400

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus que me permitiu chegar até esse ponto, me proporcionado sabedoria, sanidade mental, força de vontade e saúde, para superar todos os desafios acadêmicos em concomitância com os pessoais e profissionais.

Agradeço aos meus pais, Reina Lucia Alcantara de Jesus e Zilson Carlos de Jesus, por serem meu suporte e porto seguro nessa jornada, sempre me ajudando a superar os obstáculos e os caminhos mais tortuosos. Em especial a minha mãe que sempre esteve ao meu lado, colocando a minha vida e meu bem-estar acima do dela.

Agradeço a minha companheira de vida Stéffany Kelly de Sousa Silva, por estar ao meu lado, me confortando nos períodos difíceis e cansativos da faculdade, me ensinado a ser uma pessoa melhor, além de me proporcionar momentos felizes de comemoração e tranquilidade.

Agradeço a minha professora orientadora Prof.^a Dr.^a Erika Crispim Resende, por ter me ajudado a concretizar essa etapa da minha vida, me instruindo e ensinando durante todo o período acadêmico, indo muito além de uma professora; atuando como conselheira, amiga, exemplo de dedicação e uma mãe química.

Agradeço às professoras e aos professores, Prof.^a Dra Adriane da Silveira Gomes, Prof.^a Dr.^a Thaís Moraes Arantes, Prof.^a Ma Elisangela Leles Lamonier, Prof.^a Dra Bruna Luana Marcial, Prof. Me. Dylan Ávila Alves, Prof. Me. Onofre Vargas Júnior, Prof. Me. Marlúcio Tavares do Nascimento e Prof. Dr. Juliano da Silva Martins de Almeida, por contribuírem para a minha formação acadêmica, profissional e principalmente pessoal, sendo todos grandes exemplos para minha vida.

Agradeço aos meus tios, José Manuel e Vaina Fá, por estarem ao meu lado sempre me ajudando e orientando.

Agradeço aos meus colegas de sala que estiveram ao meu lado em todos os momentos (difíceis e bons) como trabalhos, atividades, provas, viagens, eventos, monitorias, estágios, congressos e etc.

Agradeço aos meus amigos que conheci em Morrinhos, Lucas Barbosa, Andreza Simplicio, Natália Vilela, Bruno Nogueira, Felipe Ferreira, Maynara Melo, Samarah Borges e Welica Santos, por terem sido tão importantes em minha vida, e por ter feito parte dela.

Agradeço aos meus amigos Rafael Martins, Kassio Henrique e Hugo Paulo, por comporem junto a mim, os quatro mosqueteiros; amigos estes que me proporcionaram também, assim como os de Morrinhos, momentos de alegria, felicidade, diversão e descontração.

Agradeço a Masashi Kishimoto, Eiichiro Oda, Nakaba Suzuki, Yūki Tabata e Kōhei Horikoshi, por me ensinarem a ser uma pessoa melhor, nunca desistir dos meus sonhos e por ter feito parte da minha infância.

RESUMO

Eletroquímica é um ramo da química que estuda a transferência de elétrons a partir da transformação da energia química das reações em energia elétrica e vice-versa. Apesar de estar bastante presente no cotidiano, observa-se que os estudantes possuem dificuldade em compreender os fenômenos relacionados a essa área. Para contornar tal dificuldade e, devido ao cenário pandêmico, no presente projeto foram utilizados *softwares* educativos de simulação e a experimentação problematizadora no ensino do conteúdo de eletroquímica via remota através de 5 encontros via *Google Meet*, a fim de proporcionar um ensino problematizador e construtivista do conhecimento. Foram aplicados questionários (inicial e final) para avaliar as concepções prévias e a relevância do projeto no processo de ensino/aprendizagem. Foram convidados alunos dos 2º e 3º anos dos Cursos Técnicos em Informática; Agropecuária e em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá – Goiás. Foram utilizados questionários semiestruturados, com perguntas abertas e fechadas, nos quais foram analisados dados sobre as concepções prévias dos participantes sobre a temática envolvida e atividades desenvolvidas durante e após aulas remotas. As atividades foram desenvolvidas baseando-se nos três momentos pedagógicos de Delizoicov: 1º) Problematização Inicial; 2º) Organização do Conhecimento e, 3º) Aplicação do Conhecimento. Apesar do baixo número de participantes no presente projeto, podemos afirmar que, de forma geral, os objetivos foram alcançados. Foi possível fazer a contextualização do conteúdo nos encontros síncronos e aproximar os fenômenos considerados abstratos e submicroscópicos aos macroscópicos e simbólicos juntamente com os eventos do cotidiano auxiliando, conseqüentemente, a promoção da modificação de visões e conceitos do senso comum. Por meio dos questionários foi possível avaliar os conhecimentos prévios e verificar a construção do conhecimento após as intervenções realizadas via remota com uso de *softwares* de simulação de experimentos voltados aos conteúdos de eletroquímica. Foi observada melhora na apropriação dos conceitos científicos na aplicação do questionário final. O projeto também teve avaliação positiva pelos alunos.

Palavras-chave: Eletroquímica; Experimentos; Metodologias de Ensino; *softwares* educativos de simulação.

ABSTRACT

Electrochemistry is a branch of chemistry that studies the download of electrons from the transformation of chemical energy from reactions into electrical energy and vice versa. Despite being very present in everyday life, it is observed that students have considerable difficulty in understanding the phenomena related to this area. To overcome this difficulty and, due to the pandemic scenario, in this project educational simulation software and a problem-solving experiment were used in the teaching of electrochemistry content via remote with 5 meetings via Google Meet, in order to provide a problematizing and constructivist teaching of knowledge. Mandatory questionnaires (initial and final) were used to assess previous conceptions and the promotion of the project in the teaching/learning process. They were students from the 2nd and 3rd years of the Technical Courses in Informatics; Agriculture and Chemistry of the Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano - Campus Iporá - Goiás. A qualitative-quantitative approach was applied to semi-structured questionnaires, with open and closed questions, in which data on the participants' previous conceptions about the theme involved and activities developed during and after remote classes. The activities were developed based on the three pedagogical moments of Delizoicov: 1st) Initial Problematization; 2nd) Knowledge Organization and 3rd) Knowledge Application. Despite the low number of participants in this project, we can say that, in general, the objectives were achieved. It was possible to contextualize the content in the synchronous meetings and bring the phenomena considered abstract and submicroscopic to the macroscopic and symbolic together with everyday events, thus helping to promote the modification of common sense views and concepts. Through the questionnaires, it was possible to assess prior knowledge and verify the construction of knowledge after the interventions carried out via remote, using experimental simulation software aimed at electrochemistry contents. There was an improvement in the appropriation of scientific concepts in the application of the final questionnaire. The project was also positively evaluated by the students.

Keywords: Electrochemistry; Experiments; Teaching Methodologies; educational simulation software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo da pilha de Daniell.....	22
Figura 2: Simulador da Pilha de Daniell.....	24
Figura 3: Processo de Eletrólise	24
Figura 4: Processo de Eletrólise.	27
Figura 5: Laboratório de Reações.	28
Figura 6: Experimento do Bafômetro.....	28
Figura 7: Corrosão do Zinco.	28
Figura 8: Corrosão do Zinco, visão molecular.	29
Figura 9: Banho de Prata.	29
Figura 10: Banho de Prata, visão molecular.	29
Figura 11: Célula eletrolítica.	30
Figura 12: Células variando a concentração.....	30
Figura 13: Exemplos de slides utilizados nas aulas síncronas: a e b) Cálculo de NOX, c) Exemplo de célula voltaica; d) Bateria de chumbo; e) Corrosão de ferro e f) Balanceamento da reação redox.	37
Figura 14: Porcentagem de erros e acertos para as seguintes perguntas: P1: “Qual a diferença entre as pilhas e as baterias?”; P2: “Pilhas e baterias apresentam o mesmo princípio de funcionamento?”; P3: “Qual o cátodo e qual é o ânodo da pilha de Daniell, respectivamente?”	43
Figura 15: Exemplos de slides utilizados nas aulas síncronas: a, b, c, d, e) Eletrólise ígnea e em solução aquosa, e, f) <i>software</i> sobre galvanização.....	55
Figura 16: Porcentagem de erros e acertos para as seguintes perguntas: P4: “A eletroquímica é um ramo da química que busca estudar o quê?”, P5: “Sobre a definição de oxirredução, escolha a alternativa correta” e P6: “Sobre a definição do termo “oxidante” escolha duas alternativas que estejam corretas”	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVAs - Ambientes Virtuais de Aprendizagem

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

COVID-19 - *Coronavirus Disease*

EaD - Educação a Distância

ERE - Ensino Remoto Emergencial

f.e.m. - força eletromotriz (f.e.m.)

MEC – Ministério da Educação

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

Pisa - *Programme for International Student Assessment* = Programa Internacional de Avaliação de Alunos.

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDICs -Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TICs -Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	2
4. REVISÃO DA LITERATURA	4
4.1 Ensino de química	4
4.2 Educação Problematizadora e ensino construtivista	6
4.3 Ensino de Eletroquímica	8
4.4 Ensino a distância e Ensino Remoto Emergencial	10
4.5 Experimentação e Uso de <i>softwares</i> de simulação	12
5. METODOLOGIA DE PESQUISA	16
5.1 Caracterização da Pesquisa	16
5.1.1 Tipo de pesquisa e aprovação no CEP (Comitê de Ética em Pesquisa)	16
5.1.2 Participantes e local de realização da pesquisa	16
5.2 Apresentação do projeto de pesquisa e dos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	18
5.2.1 Primeiro encontro no <i>Google Meet</i> para explicar o projeto	18
5.3 Primeiro Momento Pedagógico (Problematização inicial)	19
5.3.1 Envio dos TCLEs e do questionário inicial via e-mail	19
5.3.2 Segundo Encontro via <i>Google Meet</i> - Parte 1	20
5.4 Segundo Momento Pedagógico (Organização do conhecimento)	23
5.4.1 Segundo Encontro via <i>Google Meet</i> - Parte 2	23
5.4.2 Terceiro Encontro via <i>Google Meet</i>	25
5.4.3 Quarto Encontro no <i>Google Meet</i>	26
5.4.4 Quinto Encontro via <i>Google Meet</i>	26
5.5 Terceiro Momento Pedagógico (Aplicação do Conhecimento)	31
5.6 Coleta e tratamento de dados	32
6. RESULTADOS	32
6.1 Desafios no cenário atual	32
6.2 Planejamento do projeto e desenvolvimento do material didático	36
6.3 Análise das aulas e dos questionários	38
6.3.1 Questionário inicial	38
6.3.2 Observação das aulas síncronas	44
6.3.3 Questionário Final	49
6.4 Reflexões sobre os três momentos pedagógicos	65

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	81
Anexo 1 – TCLE para Alunos Maiores de 18 anos	81
Anexo 2 – TCLE para Alunos Menores de 18 anos	86
Anexo 3 – Questionário Inicial	93
Anexo 4 – Questionário Final	95

1. INTRODUÇÃO

Levando em consideração a importância do estudo dos conceitos envolvendo a Eletroquímica; as dificuldades que os alunos possuem na compreensão dessa temática e ao cenário pandêmico atual, este trabalho teve como objetivo utilizar *softwares* educativos de simulação e experimentação problematizadora no ensino de eletroquímica via remota.

A fundamentação teórica deste presente trabalho foi baseada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e nas teorias construtivistas propostas por Piaget. Foram aplicados questionários (inicial e final) para avaliar as concepções prévias dos alunos sobre a temática e o processo de ensino/aprendizagem. Foram convidados alunos dos 2º e 3º anos dos Cursos Técnicos: em Informática, Agropecuária e Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá – Goiás, tendo faixa etária entre 16 e 19 anos. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O desenvolvimento do trabalho foi feito por encontros virtuais no *Google Meet* através de apresentação de *slides* do conteúdo, *softwares* (Pilha de Daniell – *Voltaic Cell*¹; *Pearson Education Always Learning – Chemistry Simulations Electrolysis*²; *Universo Inspira*³) com simuladores de experimentos. A metodologia pedagógica envolveu a problematização com questionamentos para estimular a construção do conhecimento. O detalhamento das etapas é apresentado e os instrumentos de coleta de dados foram baseados em questionários semiestruturados, gravação das aulas e fragmentos de falas dos estudantes.

Também foram abordados os desafios do ensino realizado via remota bem como as dificuldades em estimular a participação voluntária dos alunos no projeto.

Acredita-se que o presente trabalho pode fornecer dados relevantes a respeito da tentativa de melhoria do ensino remoto através das propostas de utilização de *softwares* educativos de simulação e experimentação problematizadora.

¹ <http://introchem.chem.okstate.edu/DCICLA/voltaicCell20.html>;

² https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php

³ http://www.programainspira.com.br/formacao/pdf/guiadeinterface_evobooks.pdf

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar a experimentação problematizadora e *softwares* educativos de simulação no ensino do conteúdo de eletroquímica via remota, a fim de proporcionar um ensino problematizador e construtivista do conhecimento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletroquímica;
- Trabalhar ferramentas pedagógicas e tecnológicas para incentivar a construção do conhecimento e potencializar o ensino de química via remota;
- Realizar sessões didáticas e virtuais via auxílio de *softwares* educacionais para simular os fenômenos da eletroquímica em visão macroscópica e microscópica com intuito de facilitar a compreensão dos fenômenos e conceitos envolvidos;
- Proporcionar uma nova perspectiva visual sobre os processos de oxidação e redução;
- Avaliar as potencialidades da experimentação no ensino remoto via *softwares* e simuladores de experimentos.

3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A eletroquímica é um ramo da Química que estuda a transferência de elétrons a partir da transformação de energia química das reações em energia elétrica (e vice-versa), estando bastante presente no cotidiano dos alunos. Entretanto, eles possuem notável dificuldade em compreender os fenômenos relacionados a essa área (VELLECA et al., 2011).

Devido ao distanciamento social ocasionado pela pandemia COVID-19, no ensino realizado via remota, essa dificuldade é significativamente ampliada. A missão de se trabalhar conteúdos teóricos e abstratos em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) abrange um contexto totalmente diferente do ensino convencional. Assim, a utilização de ferramentas e metodologias pedagógicas que possibilitem um ensino construtivo com uma abordagem problematizadora se mostra muito relevante.

Nesta perspectiva, a experimentação problematizadora e os *softwares* educativos de simulação entram como aliados essenciais para potencializar o ensino remoto emergencial voltado para o conteúdo de eletroquímica, atribuindo significado a essa iniciativa e motivando a participação ativa do educando em seu processo de aprendizagem.

Desta forma, a simulação e a demonstração de experimentos, via utilização de *softwares*, poderão proporcionar aos discentes um complemento à aula regular, aplicando uma atividade lúdica de caráter motivador, transcendendo o ensino teórico, para um ensino aplicado, prático e contextualizado (BENITI et al. 2009). Os *softwares* educativos auxiliam os alunos na exploração dos fenômenos microscópicos e na compreensão das ideias abstratas e simbólicas, de forma a favorecer não só a aprendizagem dos conceitos teóricos, mas também, beneficiar o contato maior das informações com o indivíduo, potencializando assim, o processo de ensino-aprendizagem (RIBEIRO et al., 2003).

Sobre a relevância científica, acredita-se que a problematização e a demonstração de experimentos são formas interessantes para se iniciar o conteúdo, por incitar a curiosidade e a busca por respostas no discente (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Ainda, a realização do experimento de forma virtual pode ser uma alternativa para os professores que não dispõem de laboratório ou qualquer material desse ambiente. Já os *softwares* entraram como verdadeiros aliados durante o decorrer das aulas, servindo de ferramenta para ilustrar, representar e simular os conceitos e informações referentes a eletroquímica (XAVIER et al., 2019).

Relevância social: muitos *softwares* educativos de simulação (*online* gratuitos) podem ser utilizados como alternativa para ensino remoto emergencial no contexto atual e em escolas que não possuem laboratório físico estruturado. Outro fator interessante que podemos mencionar é que muitos *softwares* possuem recursos de acessibilidade.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 ENSINO DE QUÍMICA

Várias pesquisas têm divulgado que o Ensino de Química, em sua grande parte, vem sendo estruturado em atividades que estimulam a memorização de fórmulas, conceitos, informações, fenômenos e conhecimentos que restringem o aprendizado do aluno, resultando em uma desmotivação para estudar e aprender Química. Parte dessa realidade está ligada às dificuldades que o educando naturalmente apresenta em abstrair, compreender e elaborar os conceitos, transformações e modelos científicos voltados a essa área. Outra parcela volta-se às metodologias de ensino e às práticas pedagógicas que remetem a uma aula tradicional, descontextualizada, mecanizada e sem nenhum tipo de relação com o cotidiano do aluno (SANTOS et al., 2013).

O método tradicional de ensino, além de se basear em um modelo de transmissão e recepção de conteúdo, afasta o discente do processo de construção do conhecimento, tornando-o inapto para criar, pensar racionalmente e reconstruir ideias já sistematizadas (PRIMO, 2006). Esta realidade, por sua vez, contraria o ideal de rendimento e aprendizado esperado pela sociedade, a qual exige indivíduos com múltiplas competências, sendo aptos a aprender, adaptar-se, terem autonomia, independência e autogestão (THOMAZ e OLIVEIRA, 2009).

Muitos alunos questionam frequentemente o verdadeiro motivo pelo qual estudam a disciplina de Química e até mesmo a consideram como matéria desnecessária para sua futura atuação profissional ou mesmo graduação acadêmica. Assim, a Química tem sido considerada um obstáculo escolar a ser superado, além de não visualizarem nenhuma relação ou aplicabilidade direta com o seu cotidiano. Esse pensamento influencia diretamente o desempenho nas aulas, levando à desmotivação, apatia e aversão pelo conteúdo. Logo, para que se consiga atribuir objetivo e significado no ensino de Química, o professor deve abster-se de uma pedagogia baseada na memorização de fórmulas, conceitos e teorias, buscando, em contrapartida, vincular os conhecimentos populares do aluno com os científicos, em uma relação mútua de significado, aplicação e relevância (CARDOSO e COLINVAUX, 2000).

Para tal, constata-se neste caso, possibilidades e dificuldades inerentes à atuação do professor para se alcançar esse trabalho pedagógico, logo, pensar, e

repensar o trabalho docente em sala de aula, mostra-se um verdadeiro caminho a ser seguido pelo educador, que pode, e deve propor, metodologias que transponham o ensino mecânico, hierárquico e reprodutivo. Desta forma, propõe-se: a elaboração de projetos escolares que apliquem a Química no cotidiano; a problematização de temáticas pertinentes à ciência e à sociedade; a interação dos alunos em trabalhos de grupo; a inserção de tecnologias educacionais e, também, utilização de experimentos (VEIGA; QUENENHENN; CARGNIN, 2012).

Segundo BERTON (2015, p.3):

[...] Não existe “uma receita de bolo para isso”, cada professor pode inovar buscando técnicas pedagógicas capazes de atender às necessidades dos estudantes, identificando, analisando cada turma ou grupo de estudantes que atua com a disciplina de química, observando e considerando a diversidade na sala de aula uma vez que há aqueles com mais ou menos dificuldades de aprendizado.

Nesse contexto, cabe ao professor, como indivíduo mediador do conhecimento, avaliar a realidade educacional e pedagógica em que sua sala se encontra, buscando sempre utilizar uma didática adequada que se flexibilize às necessidades de sua turma, a fim de tornar o processo de ensino eficiente, construtivo, significativo e prazeroso. Ainda nessa perspectiva, compreende-se também, a necessidade do educador em desenvolver um ambiente de ensino que estimule e motive o aluno em adquirir novos conhecimentos e informações, ampliando seu senso crítico e científico, para solucionar problemas e desafios relacionados ao seu cotidiano e à sociedade (OLIVEIRA, 2014).

Segundo VEIGA; QUENENHENN; CARGNIN (2012, p. 194):

[..] para promover a motivação dos alunos, é preciso satisfazer três necessidades da teoria da Autodeterminação, que são: necessidade de autonomia (as pessoas acreditam que são capazes de realizar uma atividade por vontade própria e não por serem pressionadas); necessidade de competência (capacidade de a pessoa interagir com seu meio de maneira satisfatória); e necessidade de pertencer ou estabelecer vínculos (pertencer ou fazer parte).

Essa motivação por sua vez, assim como discutido anteriormente, é um ponto extremamente importante para transcender o sistema de ensino tradicional, descontextualizado e hierarquizado, emergido em contrapartida, uma educação problematizadora, construtiva, acessível e contextualizada, que consiga atingir todos

os alunos, contribuindo positivamente para o seu processo de formação escolar e pessoal.

4.2 EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA E ENSINO CONSTRUTIVISTA

O ensino problematizador citado até o momento é um modelo apresentado e defendido por Paulo Freire. Esse sistema repudia a transferência e a narração do conhecimento como um pacote ao aluno, entendendo essa ação como um retrocesso ao desenvolvimento educacional, uma vez que esse modelo propaga a aprendizagem passiva. A educação problematizadora, em contrapartida, busca desenvolver soluções para situações contextualizadas e relevantes à vida do educando. Diferente da educação tradicional, o discente deve primeiro entender o problema para assim, tentar resolvê-lo. Logo, tem-se a antecipação dos exercícios para que, posteriormente, se tenha a discussão dos conteúdos e conceitos (PRIMO, 2006).

Na perspectiva freiriana, a educação deve ser contemplada a partir de um processo contínuo, constante e permanente de busca pelo conhecimento. Esse conhecer decorre das dúvidas e dos problemas que o ser humano vivencia em seu contexto, estimulando-o a buscar respostas e compreensões para atribuir significado ao mundo. Logo, tal conhecimento não deve derivar de uma iniciativa passiva, tampouco transmissiva, mas sim, como um recriar constante e dinâmico do mesmo (PITANO, 2017).

Para Paulo Freire, na educação classificada como bancária, a narração do professor anula o poder criador do aluno, desestimulando sua criatividade e impedindo-o de ser autônomo em seu processo de formação. Para o autor, “formar” está além de exercitar o educando para desenvolver alguma destreza. Na percepção freiriana, o ensino não deve ser trabalhado pela transmissão do conhecimento, mas sim pela criação de possibilidades para construir ou produzir o mesmo (PRIMO, 2006).

Basicamente, a educação bancária é uma transmissão acrítica e não-política do conhecimento, assumindo que os mais “sábios” compartilham seus saberes com os “menos sábios”. Essa errônea concepção de educação, que se baseia no estoque de informações pelo educando, constitui na realidade, uma barreira de transformação do indivíduo neutro para um indivíduo crítico e autônomo, entendendo o aluno como um mero recipiente a ser preenchido. Desta forma, as únicas ações inerentes ao

discente são: receber, armazenar e replicar passivamente as informações “adquiridas” em sala de aula (FOCHEZATTO e CONCEIÇÃO, 2012).

Contrário a esse contexto, Freire menciona a educação problematizadora e libertadora como ação para tornar os sujeitos ativos em suas próprias vidas. Nesta vertente, elimina-se a ideia de autoridade e detentor único do conhecimento em sala, passando a atribuir uma relação mútua de partilha de experiências e informações entre alunos e professores. Ambos são sujeitos no processo de ensino e conseqüentemente, aptos a aprender e ensinar. Desta forma, o educador assume o papel de motivar inquietamente a curiosidade, o desafio e a reflexão do educando, para assim, torná-lo investigador e crítico em seu processo de formação (SCOS e PAULA, 2017).

Em conformidade com as ideias de Freire sobre a educação ativa, tem-se em complemento o conhecimento construtivo, citado e defendido por Piaget. O construtivismo Piagetiano volta-se à criação ativa de novos saberes a partir da educação problematizadora, na qual as informações se estruturam pelo constante desequilíbrio de certezas e pela construção ativa de soluções. Enquanto o ensino tradicional busca a reprodução, o construtivismo piagetiano tende a produção para a criação. Desta forma, o importante não é confirmar se o educando reproduz fielmente a voz do professor, mas sim, acompanhar o processo de construção ativa do conhecimento pelo mesmo, bem como, incentivar sua capacidade autoral e criativa (em trabalhos individuais e coletivos) (PRIMO, 2006).

O construtivismo acrescenta uma importante relação entre sujeito e objeto como algo fundamental no processo de ensino-aprendizagem do aluno e na construção do saber. Desta maneira, ao passo que se tem a construção do conhecimento, tem-se em equivalência, a formação do educando como sujeito e de suas estruturas cognitivas. Para Piaget, por um lado, o sujeito não possui uma estrutura cognitiva finalizada e definida, por outro, sua interpretação de mundo se dá a partir de suas estruturas internas próprias. Assim, a relação entre a estrutura cognitiva e o processo que permite a transformação da mesma no sujeito, constitui a ideia de construtivismo e retorna novamente a dependência entre sujeito e objeto previamente discutido (SANCHIS e MAHFOUD, 2007).

Desta maneira, o conhecimento não deve ser visto como algo cumulativo, mas sim, como uma estrutura que se encontra em constante desequilíbrio e reestruturação.

Neste caso, o aluno não deve se contentar com a estagnação de informações, e sim, buscar sempre novos conhecimentos e estímulos, que contribuam para a construção e reconstrução de sua estrutura cognitiva (PRIMO, 2006).

Para que essas ações sejam alcançadas, critérios fundamentais devem ser entendidos como parte do processo de ensino: a) Desafios (o professor deve criar situações desafiadoras ao aluno em um contexto que o faça sentido, estimulando o pensar crítico, a pesquisa, a discussão e o debate); b) Raciocínio abstrato (proporcionar discussões, experiências e execuções de projetos que desenvolvam seu raciocínio abstrato a ponto de transformá-lo em algo concreto) e, c) o Estímulo do pensamento (estimular o pensamento dos alunos para desenvolverem atividades de discussão, reflexão e tomada de decisões que façam sentido a todos os alunos e beneficie a cada um deles) (FOSSILE, 2010).

4.3 ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Nota-se, a partir das discussões apresentadas acima, que o processo de ensino é extremamente complexo, principalmente em áreas das ciências exatas como a Química, exigindo um equilíbrio entre a educação contemporânea e a tradicional, a fim de superar os desafios de ensino presentes na escola e na vida com o todo. Todavia, a Química constitui-se de diferentes linhas de pesquisa e estudos, que buscam entender o funcionamento, composição, estrutura, propriedades e mudanças da matéria. Com esse grande número de informações, é compreensível que haja uma heterogeneidade quanto à complexidade, obscuridade e amplitude das ideias trabalhadas nessa ciência. Esse contexto, por sua vez, incide também no próprio ensino de Química, apresentando conteúdos com maior e menor compreensão por parte dos alunos, como no caso da eletroquímica.

Frente a essa realidade, a eletroquímica tem sido apontada como uma grande complicação de ensino, uma vez que os alunos apresentam significativa dificuldade em compreender e visualizar os fenômenos macro e microscópicos voltados a esse tema. Tal realidade está sustentada por pesquisas que relatam os conteúdos frequentemente apontados como barreiras e de difícil assimilação por parte dos alunos e professores, tais como: o processo de oxirredução; células voltaicas e eletrolíticas; sítio reacional das pilhas; movimentação e troca de elétrons; equações de balanceamento e semirreações; componentes da pilha (eletrodos, ponte salina e

eletrólitos); redução e oxidação do cátodo e do ânodo; corrente elétrica; representação de reações redox; eletrólise ígnea e em meio aquoso; potencial padrão de redução; energia potencial e condutividade elétrica em solução (FREIRE; SILVA-JÚNIOR; SILVA, 2011; LIMA e MARCONDES, 2005; SANJUAN et al., 2009).

Essa complexidade surge a partir de diferentes fatores que tornam o assunto relativamente confuso e abstrato, uma vez que se trabalha com três níveis de descrição da matéria (representação macro, submicro e representacional do conteúdo); caráter evolutivo dos modelos e teorias (desenvolvimento da eletroquímica ao longo da história), e a ambiguidade da linguagem em relação aos níveis descritos (utilização de termos, nomenclaturas, símbolos etc.). Nota-se também, a falha na disponibilização dos conceitos e teorias da temática, trabalhados sem a explicitação dos diferentes níveis de formulação dos conceitos e com a utilização inapropriada da linguagem (DINIZ, 2019).

Existem ainda dois obstáculos característicos que dificultam a aprendizagem dos estudantes, sendo um deles, a capacidade de relacionar o conteúdo de eletroquímica com seus conhecimentos prévios, e o outro, a falta de um material físico e interativo para entender o contexto teórico da temática em sua totalidade, demonstrando a enorme influência da percepção macroscópica para se analisar e entender os fenômenos microscópicos (DINIZ, 2019).

Felizmente, os educadores têm buscado continuamente tecnologias educacionais para dissolver essa realidade proporcionando ao aluno diferentes ações pedagógicas para ajudá-lo a construir seu conhecimento. Nesta perspectiva e frente ao cenário de desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na sociedade, a educação contemporânea tem adaptando-se à evolução desses instrumentos que cada vez mais vêm marcando presença no cotidiano, principalmente no ambiente escolar, rompendo as barreiras de acesso à educação formal e informal e disponibilizando ferramentas pedagógicas eficazes ao processo de ensino (FERREIRA; SILVA; PEREIRA, 2016).

4.4 ENSINO A DISTÂNCIA E ENSINO REMOTO EMERGENCIAL

No contexto dos avanços tecnológicos, as instituições de ensino deparam-se com desafios emergentes: a necessidade de responder às demandas da sociedade da informação; e um novo público discente, caracterizado como estudantes digitais (SANTOS; ALI; HILL, 2016; SALVADOR, et al., 2017).

Diante deste contexto, podemos citar os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) os quais têm por objetivo principal, traçar um espaço de implantação do conhecimento via atividades educativas mediadas por TICs, valorizando a interação e o trabalho colaborativo. Segundo Santos (2006), os AVAs rompem os limites da sala de aula presencial e favorecem a formação de comunidades virtuais de aprendizagem.

Os AVAs são muito utilizados na Educação a Distância (EaD) e também mais recentemente no Ensino Remoto Emergencial (ERE). A EaD é uma modalidade que permite uma maior flexibilização e interação entre professor, tutor e alunos, proporcionando o acesso à educação, para indivíduos que não se encaixam ao modelo regular de ensino, seja pelo horário ou pela distância (CUNHA, 2006).

A EaD é mediada pela busca da instrução e aprendizagem, no qual, professores e alunos interagem em um ambiente espacial e/ou temporal separados. Neste ambiente, volta-se a democratização de oportunidades educacionais, emancipação do indivíduo no contexto social, além de estrutura para a mediação e a produção do conhecimento, viabilizando uma apropriação de diversos assuntos, para além do sistema convencional de ensino (NEVES, 2013).

A EaD é uma modalidade que está em desenvolvimento e aplicação. Muitos trabalhos mencionam a EaD como uma ação que possibilita romper as barreiras demográficas, sejam elas temporais, culturais ou sociais, viabilizando o acesso à educação para pessoas que estejam em locais isolados, afastados das escolas ou que não podem se ausentar de suas residências. Neste caso, ressalta-se a gestão flexível de tempo, permitindo um ritmo de estudo diferenciado para cada estudante (FERREIRA; SILVA; PEREIRA, 2016).

Em contrapartida, a EaD exige que o aluno conheça e manipule com o mínimo de destreza, as diferentes tecnologias utilizadas nas aulas a distância. Neste caso, computadores, *internet*, *softwares*, processadores de texto, gravadores de áudio, e-mail, plataformas virtuais etc.; são alguns dos recursos que o discente deve possuir algum domínio, para que assim, aconteça a mediação do conteúdo e o esclarecimento

das dúvidas entre o educador e o educando. Além desses fatores, deve-se considerar também, a condição financeira e social do aluno para acessar essas tecnologias, bem como, a sua capacidade para se expressar de forma escrita e textual durante as aulas e na resolução das atividades (competências extremamente trabalhadas em EaD) (SÁ, 2011).

Por sua vez, o Ensino Remoto Emergencial (ERE) é uma modalidade em que há o distanciamento geográfico de professores e alunos e foi adotada de forma temporária nos diferentes níveis de ensino por instituições educacionais do mundo inteiro para que as atividades escolares não fossem interrompidas devido à pandemia COVID-19 (*Corona Virus Disease* - doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2). Como estratégia, em muitos casos, os AVAs foram adotados. Assim, desafios similares aos apresentados pela EaD também são detectados no ERE.

Em um AVA o aluno deverá ter comprometimento e motivação para estudar, ou seja, é necessário que o educando desenvolva um espírito de responsabilidade, maturidade e autonomia para gerenciar seus estudos e acompanhar as orientações com o professor, assumindo a responsabilidade em dedicar-se às aulas, participando ativamente na construção de seus conhecimentos.

Desta forma, a interação efetiva, o comprometimento do educador e do educando, usos adequados dos materiais e ferramentas pedagógicas são fatores fundamentais para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem realizado de maneira remota (FARIAS, 2013).

Nesta linha de expansão das TICs, EaD, AVAs e ERE, bem como o cenário pandêmico atual, acredita-se que o novo sistema de educação seja realizado de forma híbrida, ou seja, parte presencial e parte a distância. Assim sendo, é imaginável que cada vez mais, a utilização da tecnologia esteja presente como modalidade de educação a distância ou até mesmo após o retorno presencial das aulas como forma alternativa de ensino, uma vez que a sociedade está interligada às tecnologias (FERREIRA; SILVA; PEREIRA, 2016).

Esta perspectiva pode ser fundamentada, uma vez que essas tecnologias podem proporcionar a utilização de *softwares*, *chats*, fóruns de discussão, *blogs*, correios eletrônicos, videoconferência, navegação nas vastas redes digitais, participação colaborativa ao contexto educacional, além da remodelação de

atividades fundamentais como a linguagem, imaginação investigativa e o conhecimento (FARIAS, 2013).

Desta forma, ao pensar nas aulas de Química via remota com foco principal nos conteúdos de eletroquímica, não é recomendada apenas a utilização de recursos teóricos e textuais, dado que essa ação por si só, já poderia ser o suficiente para levar novamente o discente a estagnação e ao desinteresse. Contrariamente, o professor deve proporcionar alternativas diversificadas para potencializar as aulas, com o desenvolvimento de metodologia de ensino que facilite a compreensão dos conteúdos de eletroquímica, minimizando os problemas anteriormente descritos. Neste caso, a experimentação problematizadora e os *softwares* educativos de simulação (simuladores) apresentam características que podem ser muito bem aproveitadas no ERE dado o caráter tecnológico-didático dessas ferramentas.

4.5 EXPERIMENTAÇÃO E USO DE *SOFTWARES* DE SIMULAÇÃO

A experimentação, de forma geral, tem sido utilizada como mecanismo articulador para a promoção e facilitação do conhecimento e da aprendizagem, possibilitando ao discente operar mecanismos que o leva a criticar, investigar, levantar hipóteses e chegar a conclusões de um determinado fenômeno observado a partir de seus conhecimentos prévios e dos resultados obtidos na realização da experiência. É um procedimento para romper as dificuldades de interpretação e apropriação do conhecimento químico pelo aluno, tornando-o autônomo e protagonista na construção sistematizada e concisa de seus próprios conhecimentos (SILVA et al., 2019).

A experimentação é uma forma de desenvolver o trabalho em grupo, estimular a criatividade, aprimorar a observação e o registro de informações, elevar a análise de dados e o levantamento de hipóteses, a fim de descobrir e entender os fenômenos e conceitos científicos. Nesse contexto, é possível perceber como os experimentos podem contribuir positivamente para se trabalhar a eletroquímica, levando em consideração que esse conteúdo geralmente é abordado pelos livros didáticos a partir da utilização de esquemas e ilustrações, que são ferramentas úteis para facilitar a compreensão do tema, mas que não representam a totalidade das propriedades e fenômenos envolvidos na eletroquímica (GUIMARÃES e CASTRO, 2019).

Segundo LIMA e MARCONDES (2005, p. 1):

[...] As atividades experimentais devem ser planejadas para facilitar o desenvolvimento conceitual e gerar o interesse pela ciência. Em relação à aprendizagem da ciência, os professores deveriam dar tempo aos alunos para que eles construam seus próprios conhecimentos de forma a ter significado, apresentem experimentos que possam explorar, desenvolver e modificar as ideias dos estudantes [...].

Desta forma, a experimentação no contexto do ensino de ciências é uma estratégia útil e importante para a criação de problemas reais que estimulam no discente, o desenvolvimento de sua capacidade investigativa e questionadora, a partir de um ambiente contextualizado.

DINIZ (2019, p. 28) afirma ainda que:

[...] o uso da experimentação pode vir a ser o ponto de partida para a compreensão de conceitos, ocasionando com isso uma relação das ideias discutidas em sala de aula com as atividades experimentais, ou seja, o estabelecimento da teoria e prática, além de também criar possibilidades para que o aluno expresse dúvidas e conhecimentos.

Esta ideia representa o grande potencial da experimentação para o ensino de química. Entretanto, esse tipo de metodologia não deve ser trabalhado impondo a prática de uma aula mecânica e roteirista. A proposta de uma experimentação tem como finalidade fazer o aluno buscar a partir de suas experiências, inter-relacionar sua estrutura cognitiva com a prática experimental, a fim de resolver um problema baseado na racionalidade, observação, levantamento de hipóteses e análise dos resultados (GUIMARÃES, 2009).

A experimentação problematizadora, por sua vez, surge como uma ferramenta facilitadora proposta por Delizoicov para transpor o ensino tradicional e proporcionar uma educação construtivista e problematizada. É um sistema estruturado em três momentos pedagógicos que buscam promover a curiosidade, o espírito crítico e a rejeição do conhecimento simplesmente transferido por parte do aluno (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Na problematização inicial, o experimento é aplicado antes de qualquer discussão ou apresentação teórica. Assim, os alunos fazem anotações, observações e questionamentos sobre o experimento, pontuando as principais características, para assim, a partir de seus registros e dos resultados experimentais, elaborar prováveis explicações para os fenômenos constatados. Neste ponto, o professor não disponibiliza as explicações teóricas aos alunos, mas sim, problematiza as

observações dos mesmos, estimulando-os a construir sistematicamente as respostas e fazer com que percebam a necessidade de novos conhecimentos para interpretar os resultados (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

No segundo momento, os conhecimentos científicos são problematizados com os estudantes a partir de suas anotações escritas. Com a discussão conceitual estabelecida, o educador pode solicitar que os educandos reelaborem suas observações, para que assim, se tenha um debate ainda mais fundamentado e detalhado dos conhecimentos científicos. Esta ação, é uma forma de fazer com que o aluno construa e reconstrua seus saberes, tornando-se cada vez mais crítico (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Por fim, no terceiro momento, o aluno é levado a aplicar os novos conhecimentos e as experiências adquiridas na aula, em um contexto ou situação diferente, mas, que exija interpretações semelhantes às abordadas na aula (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Já para os *softwares* educacionais de simulação encontram-se instrumentos tecnológicos e pedagógicos muito interessantes para reforçar o trabalho docente em sala de aula, proporcionando uma aprendizagem interativa e diversificada. Esse tipo de ferramenta ganhou destaque nos últimos anos, principalmente com o desenvolvimento da tecnologia e das mídias atuais (PEREIRA, 2014).

Os *softwares* de simulação são programas que trazem modelos de um sistema ou processo, e são classificados em conceituais (retratam conceitos e fatos relacionados ao evento simulado, como por exemplo: a simulação da estruturação de uma molécula) ou operacionais (representam a sequência de operações e procedimentos, como por exemplo: o manuseio de um equipamento usado pra determinado experimento) (SILVA, DANTAS-FILHO, ANDRADE, 2016).

As sociedades modernas, bem como a educação, estão passando por uma transição tecnológica diante da influência das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) (XAVIER; FIALHO; LIMA, 2019; MOSSI; VINHOLI-JÚNIOR; CHAGAS, 2017).

Segundo MELO e MELO (2005, p. 54):

A apreensão de novos saberes através das novas tecnologias deve ser contemplada e em sendo a escola o local por excelência da promoção de novas aprendizagens, faz-se necessário a inserção de ferramentas como os *softwares* de simulação em sua metodologia de ensino [...]

Sendo assim, os *softwares* são tecnomídias que permitem simular e ilustrar propriedades e variáveis, até então teóricas, em um contexto audiovisual e dinâmico, facilitando a relação e a estruturação dos conhecimentos prévios com os subsequentes ao processo de ensino, por parte do aluno. Entretanto, como qualquer mecanismo facilitador, os *softwares* educacionais de simulação devem se encaixar no contexto da sala de aula e no conteúdo, de forma a desenvolver um ensino construtivo, proporcionando ao discente uma experiência agradável e descontraída, despertando no mesmo o interesse pela busca do conhecimento científico e pela pesquisa (MACHADO, 2016).

Em pesquisas desenvolvidas por Mossi; Vinholi-Júnior; Chagas (2017, p. 4), notou-se a importância de se trabalhar as tecnologias digitais (*softwares* educacionais e de simulação) no ensino de eletroquímica. Segundo os autores supracitados, 96,2% dos docentes entrevistados destacaram os vídeos e os programas de Química (*softwares*) como as estratégias com os melhores resultados de aplicação em sala de aula. No estudo é destacado ainda, que:

[...] 92,3% dos docentes acreditam que o uso das TDICs nas aulas “melhora o aprendizado dos estudantes, deixando o conteúdo mais acessível para o entendimento da química”, 76,9% consideram que as ferramentas tecnológicas “estimulam o interesse e a participação dos estudantes” e 30,8% estão de acordo que as TDICs “auxiliam na interação entre professor e estudantes” [...] (MOSSI; VINHOLI-JÚNIOR; CHAGAS, p. 5, 2017).

Os *softwares* educacionais são articulações tecnológicas presentes no ensino que buscam facilitar a compreensão dos alunos na aprendizagem dos conteúdos a partir de uma estratégia interativa, contextualizada e concreta (XAVIER; FIALHO; LIMA, 2019).

Mossi; Vinholi-Júnior; Chagas (2017, p. 2) referem-se ainda aos *softwares* educacionais de simulação, como ferramentas que contemplam na sua elaboração e operação, conceitos didáticos e pedagógicos que envolvem ilustrações e simulações interativas sobre fenômenos, leis e experimentos virtuais, sendo possível manipular e interpretar diferentes variáveis.

5. METODOLOGIA DE PESQUISA

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

5.1.1 TIPO DE PESQUISA E APROVAÇÃO NO CEP (COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA)

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa aplicada a questionários semiestruturados, com perguntas abertas e fechadas, nos quais foram analisados dados sobre as concepções prévias dos participantes sobre a temática envolvida e as atividades realizadas durante e após as aulas remotas. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética CEP-IF Goiano nº CAAE: 39526520.9.0000.0036.

As atividades foram desenvolvidas baseando-se nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov: 1º) Problematização Inicial; 2º) Organização do Conhecimento e, 3º) Aplicação do Conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012). As aulas síncronas, por sua vez, foram realizadas através da plataforma *Google Meet*.

Ao todo, foram realizados 5 encontros na plataforma *Google Meet* (para cada aplicação do projeto), sendo o primeiro dedicado ao convite, esclarecimentos e levantamento de participantes para o trabalho, e o restante (quatro encontros) utilizado para a apresentação do conteúdo, em um total de duas aulas de 50 minutos por encontro, somando um conjunto de 8 aulas para aplicar o projeto. Cada etapa foi desenvolvida em um dia da semana (totalizando 4 dias de aulas), e como a aplicação ocorreu em dois períodos diferentes (para o Grupo 1 em dezembro de 2020 e para o Grupo 2 em março de 2021), essas etapas se repetiram nas duas ocasiões (vide os Quadros 1, 2 e 3). Mais detalhes sobre o desenvolvimento das etapas do projeto estão descritos nos itens a seguir.

5.1.2 PARTICIPANTES E LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Foram convidados os discentes dos segundos e dos terceiros anos do ensino médio dos cursos: Técnico em Química, Técnico em Agropecuária e Técnico em Informática, integrados ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá – Goiás, sediado na Avenida Oeste nº 350 Parque União, CEP. 76.200-000 Iporá – GO. O quantitativo de convidados foi de 227, conforme discriminado no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Especificação das turmas e quantidade de discentes convidados a participarem do

projeto.

Turma	Curso	Quantidade de discentes convidados
2º ano	Curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio	40
2º ano	Curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio	42
2º ano	Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio	36
3º ano	Curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio	30
3º ano	Curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio	43
3º ano	Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio	36
Total		227

Esses alunos contabilizam dois períodos diferentes de aplicação do projeto e foram definidos como Grupo 1 e 2, que se referem respectivamente aos dois momentos em que houve a aplicação deste trabalho: dezembro de 2020 e março de 2021. Essa ação teve por objetivo aumentar o quantitativo de educandos participantes neste trabalho, convidando um número maior de alunos.

Desta forma, o Grupo 1 foi composto exclusivamente por discentes do 2º ano do Ensino médio integrado aos cursos técnicos (estes matriculados no ano letivo de 2020). Já o Grupo 2 foi composto tanto por alunos dos 2º anos quanto os dos 3º anos dos Cursos técnicos integrados ao Ensino médio (estes matriculados no ano letivo 2021). Ou seja, a proposta inicial foi convidar alunos do 2º ano, mas depois foi feita modificação no projeto com a extensão do convite para os discentes do 3º ano.

Os alunos do Grupo 1 já estavam cursando o quarto bimestre. Portanto, devido à discrepância do cronograma de aulas referentes ao Ensino Médio com os períodos letivos habituais do ano, e frente a pandemia COVID-19, esses alunos já haviam estudado o conteúdo de eletroquímica antes da aplicação deste trabalho.

Já os alunos do Grupo 2 se encontravam no início das aulas, desta forma, não tinham estudado ainda o conteúdo de eletroquímica, tendo assim, o primeiro contato com esse tema durante a participação nas aulas propostas neste trabalho. Contudo, independente de terem visto ou não o conteúdo de eletroquímica, foram aplicados equitativamente para cada Grupo, as mesmas propostas pedagógicas, conteúdos e número de aulas.

5.2 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA E DOS TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

5.2.1 PRIMEIRO ENCONTRO NO *GOOGLE MEET* PARA EXPLICAR O PROJETO

Inicialmente foi realizado um encontro via *Google Meet* com os discentes tanto do Grupo 1 (primeira aplicação do projeto), quanto do Grupo 2 (segunda aplicação) (Quadro 1, apresentado no item 5.3.2). Os encontros tiveram uma duração de 50 minutos. Nesta etapa, apresentou-se as finalidades, objetivos, fases e condições relacionadas ao projeto de pesquisa para os alunos, convidando-os a participar voluntariamente do projeto. Este momento, possibilitou também, apresentar e discutir os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido TCLEs (para maiores e menores de 18 anos) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (para menores de 18 anos de idade) sendo os três documentos já avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa, do Instituto Federal Goiano – CEP-IF) (Anexos 1, 2 e 3). Tais documentos garantem a integridade moral e ética dos alunos participantes, sigilo na divulgação de imagens e informações, garantias de participação voluntária, esclarecimentos sobre a realização do trabalho, atividades que deverão ser realizadas e o consentimento dos responsáveis quanto à participação de menores de idade.

Além das questões éticas que foram discutidas, apresentou-se também, o cronograma de aulas a ser realizado, especificando os dias, datas e horários. Ao final, os alunos foram alertados sobre a aplicação de dois questionários, um denominado questionário inicial que foi aplicado logo após o preenchimento dos termos (TCLE ou TALE) e outro enviado após o último encontro síncrono. Os dois questionários estão apresentados nos Anexos 4 e 5, respectivamente. Os questionários foram utilizados como instrumentos de coleta de dados para avaliação da aprendizagem prévia e pós-intervenção, os quais possibilitam evidenciar e questionar a efetividade do projeto, na potencialização e construção do conhecimento pelos alunos.

5.3 PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO (PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL)

5.3.1 ENVIO DOS TCLEs E DO QUESTIONÁRIO INICIAL VIA E-MAIL

Após o primeiro encontro, os TCLEs (contendo a descrição dos objetivos do projeto e a necessidade de sua aplicação) foram disponibilizados nos *e-mails* dos alunos através de um *link* do formulário Google. No corpo do *e-mail* havia uma explicação prévia contemplando os seguintes itens: convite, título do projeto, responsáveis pela pesquisa, apresentação geral, informações sobre a metodologia e coleta de dados, informações sobre a participação do voluntário na pesquisa, benefícios aos participantes da pesquisa e informações sobre a aprovação do projeto pelo CEP-IF Goiano. No final do corpo do *e-mail* havia uma breve explicação comunicando que as informações sobre a pesquisa e os direitos do participante, encontravam-se no TCLE, e em caso de dúvidas, o participante poderia esclarecê-las entrando em contato por *e-mail*, por telefone ou *WhatsApp* com os pesquisadores responsáveis pelo projeto.

Os termos de consentimento tinham por objetivo efetivar a participação dos discentes na pesquisa. Os participantes foram orientados no primeiro encontro sobre o processo de preenchimento desses termos de forma *online*. Devido à faixa etária, os termos de consentimento foram construídos para ambas as situações, tanto para o aluno maior de idade (Anexo 1), quanto para o aluno menor de idade (Anexo 2). Portanto, para os alunos menores de idade, foram disponibilizados também no *e-mail*, um outro *link* contendo o termo TCLE destinado aos responsáveis desses menores, garantindo assim a permissão para os educandos participarem do projeto, além do TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido) anexado no mesmo arquivo, destinado propriamente ao discente menor de idade.

Caso o aluno aceitasse ou o responsável autorizasse a participação na pesquisa (caso o educando fosse menor de idade), um questionário inicial era disponibilizado junto aos termos de participação enviados no *e-mail*. O questionário inicial aplicado foi construído na plataforma *Google forms* (Anexo 3) e teve o objetivo de investigar o conhecimento prévio dos alunos a respeito do tema (Eletroquímica), bem como verificar a coerência e grau de estruturação que esse conhecimento se encontrava.

À vista disto e para evitar influências durante a coleta das respostas, o questionário foi constituído com questões desvinculadas de termos, conceitos ou

informações científicas que podiam influenciar os argumentos que seriam apresentados pelos educandos.

Com os termos devidamente assinados e o quantitativo de alunos participantes definidos, pôde-se então iniciar o desenvolvimento das aulas e dos encontros para contemplar os demais momentos pedagógicos e atividades propostas. Todas as aulas foram trabalhadas com o auxílio de *slides* construídos com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos e tornar o conteúdo teórico mais didático.

5.3.2 SEGUNDO ENCONTRO VIA *GOOGLE MEET*- PARTE 1

Na etapa inicial do conteúdo houve a realização de duas aulas síncronas via plataforma *Google Meet* (equitativamente para os Grupos 1 e 2), introduzindo de fato a apresentação do tema sobre eletroquímica (Quadro 2). Inicialmente os alunos assistiram a um vídeo o qual demonstrava os processos de preparação e realização do experimento da pilha de Daniell. Como na problematização inicial de Delizoicov é extremamente importante incentivar o raciocínio, o pensamento e a criticidade no aluno, buscou-se neste momento, não fornecer informações, conceito e explicações teóricas a respeito do experimento avaliado. Assim, foi incitada a discussão e problematização dos fenômenos observados durante a experiência. Quanto ao vídeo, o mesmo pode ser encontrado no Youtube (https://youtu.be/8Qxu__Pq8Ms) e apresenta uma duração de 2:35 minutos.

Quadro 2: Objetivos, atividades, estratégias e instrumento de coleta de dados para o 1º momento pedagógico.

Encontro e tempo estimado	Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumentos de coleta de dados
1º Encontro 1 aula (50 min)	1º Encontro no Google Meet para explicar o projeto.	Explicar o projeto de pesquisa e tirar as dúvidas sobre o TCLE e o projeto.	Reunião via <i>Google Meet</i> . Apresentação do TCLE e finalidades do projeto.	---
--- Duas semanas para enviar o questionário e o TCLE	Disponibilização dos termos de consentimento livre e esclarecido e questionário inicial.	Fazer levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo de eletroquímica.	Envio do TCLE e Questionário para e-mail dos alunos.	Formulário do questionário inicial (<i>Google Forms</i>).
2º Encontro 1 aula (50 min)	Apresentação de um vídeo. Levantamento de perguntas, proposição	Introdução do conteúdo por apresentação de um experimento da	Reunião via <i>Google Meet</i> . Apresentação do vídeo do	Gravação da reunião via <i>Google Meet</i> .

	de hipóteses, discussão do vídeo e problematização das ideias.	montagem e aplicação de uma pilha de Daniell. Conhecer as concepções iniciais dos alunos e incitar o espírito investigativo nos mesmos	Youtube. Apresentação e discussão com os alunos.	Anotações das respostas apresentadas no chat ou por áudio.
--	--	--	--	--

O conteúdo do vídeo se resume na realização de um experimento da seguinte forma: adiciona-se em torno de 100 mL da solução de sulfato de cobre (CuSO_4) 0,5 M em um recipiente plástico de 150 mL. Analogamente, adiciona-se a mesma quantidade da solução de sulfato de zinco (ZnSO_4) 0,5 M em outro recipiente plástico de 150 mL. Em seguida mergulha-se nas soluções de CuSO_4 e ZnSO_4 um eletrodo de cobre e zinco na forma de chapas metálicas, respectivamente. Esses eletrodos provêm de um tubo de cobre para ar-condicionado e de uma calha de zinco para telhados. Em paralelo a essas etapas, uma ponte salina é acoplada ao sistema, permanecendo em contato simultâneo com as duas soluções. A ponte salina é construída a partir de uma mangueira de aquário com comprimento aproximado de 15cm, preenchida completamente e sem bolhas, com uma solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), e bolinhas de algodão umedecidas (com a própria solução de NaCl) para vedar as extremidades do tubo. Para finalizar a estrutura do experimento, interliga-se aos eletrodos, um voltímetro, com o intuito de medir a voltagem produzida pela pilha. Um esquema representativo do sistema está apresentado na Figura 1.

Figura 1: Esquema representativo da pilha de Daniell.



Fonte: SILVA et al. (2019, p. 11).

O vídeo foi um roteiro experimental aplicado de forma áudio visual, que definiu práticas que exploraram o funcionamento da pilha de Daniell e os fundamentos da eletroquímica. Para que os alunos não se limitassem apenas na observação do experimento, algumas perguntas foram levantadas buscando-se sempre encorajar a participação dos discentes nas aulas.

Após o vídeo, iniciou-se questionamentos e discussões com os alunos a respeito dos fenômenos observados no experimento, o que configura como o primeiro momento pedagógico proposto por Delizoicov na experimentação problematizadora (problematização inicial). Foram feitas perguntas como: Qual a finalidade das soluções líquidas? Por que uma solução é azul e a outra é translúcida? Qual a função da mangueira (ponte salina) no experimento? Qual o motivo de se utilizar os metais cobre e zinco? O que está sendo medido no multímetro? Por que, e como foi possível ligar um relógio digital utilizando duas soluções e dois metais? Como os quatro béqueres interagem entre si? Qual o significado do valor negativo medido no multímetro? Assim sendo, a partir de seus registros e dos resultados experimentais, os alunos devem propor prováveis explicações para os fenômenos constatados na experiência (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

5.4 SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO (ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO)

5.4.1 SEGUNDO ENCONTRO VIA *GOOGLE MEET*- PARTE 2

Após a etapa de introdução do vídeo, deu-se seguimento na aula. Nesse momento, os conceitos foram apresentados para os estudantes a partir de suas observações destacadas na análise do vídeo. Esse ponto se caracterizou como o segundo momento pedagógico proposto por Delizoicov (Organização do Conhecimento), sendo também, o ponto de partida para introduzir os conhecimentos de eletroquímica e oxirredução (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Assim sendo, iniciou-se uma discussão conceitual e reelaboração das hipóteses apontadas anteriormente pelos alunos, estimulando-se um debate ainda mais fundamentado e detalhado dos conhecimentos científicos. Esta ação foi uma forma de fazer com que o educando construísse e reconstruísse seus saberes em um constante desequilíbrio, tornando-se cada vez mais crítico e autônomo para formular novos conceitos.

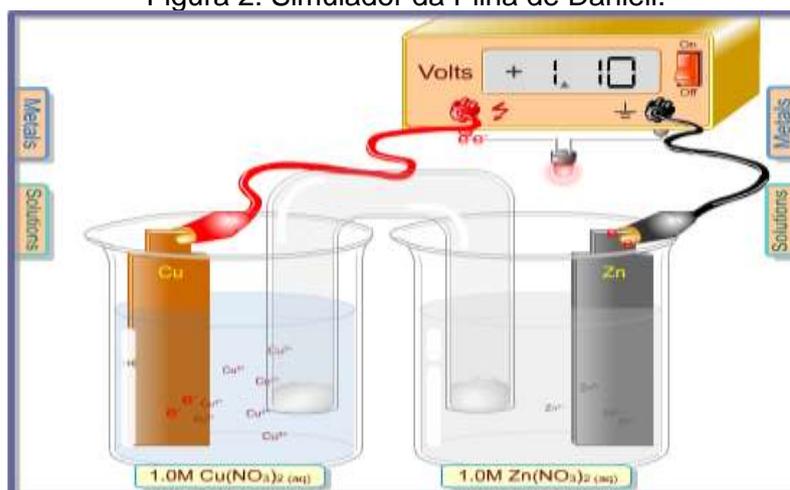
Como o experimento retratava o processo químico de funcionamento da Pilha de Daniell, os primeiros conteúdos de eletroquímica apresentados foram: reações de oxirredução; conceito de oxidação e redução; número de oxidação e sua variação nas reações de oxirredução. Essas informações sedimentaram o primeiro alicerce para os alunos entenderem o contexto do experimento e os tipos de reações químicas que estavam acontecendo no mesmo.

Em seguida, houve a apresentação dos conteúdos referentes à célula voltaica (popularmente conhecida como pilha), elucidando os componentes da pilha (ânodo, cátodo, eletrólitos e ponte salina), as semirreações de oxirredução (envolvendo as espécies químicas em solução e na forma metálica) e o movimento dos elétrons a partir de um sistema externo. Essa etapa permitiu aos discentes entenderem o funcionamento do experimento demonstrado no vídeo, as características químicas dos componentes presentes no experimento e a aplicabilidade do mesmo.

Para finalizar a aula e o segundo encontro, trabalhou-se um *software* educativo de simulação para esclarecer a teoria discutida, demonstrando os conhecimentos aprendidos, a partir de um esquema virtual, interativo e dinâmico. O *software* em questão (Figura 2) foi desenvolvido pelo Departamento de Química da Universidade do Oregon (<http://introchem.chem.okstate.edu/DCICLA/voltaicCell20.html>). Este

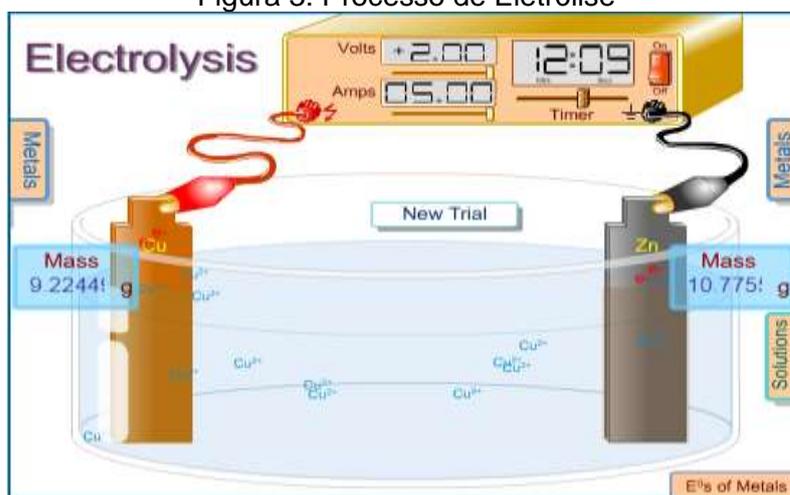
simulador permite editar diferentes configurações de células voltaicas, variando e invertendo o tipo de eletrodo, soluções e sentido do fluxo de elétrons. Além da variação dos componentes da pilha, o *software* permitiu também, analisar as reações de oxidação e redução a nível molecular, esquematizando a interação dos átomos e íons, a movimentação dos elétrons e as alterações físicas e químicas ocorridas com o proceder das reações (Figura 3).

Figura 2: Simulador da Pilha de Daniell.



Fonte: Universidade do Oregon.

Figura 3: Processo de Eletrólise



Fonte: Universidade do Oregon.

5.4.2 TERCEIRO ENCONTRO VIA *GOOGLE MEET*

Finalizada a introdução do funcionamento da pilha, deu-se continuidade às aulas com um terceiro encontro (Quadro 3) realizado a partir de duas aulas síncronas de 50 minutos. Neste momento, houve a discussão dos seguintes temas: força eletromotriz (f.e.m.) ou voltagem da pilha (força que impulsiona o movimento de elétrons); cálculo do potencial da pilha; potenciais padrão de redução; eletrodo padrão de hidrogênio; agente oxidante e redutor; fatores que influenciam a f.e.m. de uma pilha e, por fim, o balanceamento de reações de oxirredução em meio básico e em meio ácido pelo método das semirreações.

Assim, como nas etapas anteriores, os alunos foram frequentemente estimulados com perguntas e questionamentos, fazendo-os construir conceitos e fundamentos, agregando conhecimento e estimulando o raciocínio. A parte relacionada a f.e.m., disponibilizou mais informações para os alunos entenderem o funcionamento da pilha, contemplando o fluxo de elétrons, a prioridade e a competição dos agentes oxidantes e redutores, a produção de corrente elétrica e a espontaneidade das reações de oxirredução na célula voltaica.

Quadro 3: Objetivos, atividades estratégicas e instrumento de coleta de dados para o 2º momento pedagógico

Encontro e tempo estimado	Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumentos de coleta de dados
2º Encontro 1 aula (50 min)	Introdução dos conteúdos sobre eletroquímica e problematização das hipóteses experimentais levantadas anteriormente. Apresentação dos conteúdos sobre: reações de oxirredução, oxidação e redução, NOX e células voltaicas.	Introduzir o conteúdo de eletroquímica sobre as células voltaicas e as reações de oxidação e redução, como base teórica para discutir as hipóteses e questionamento apontados pelos alunos na aula experimental. Além da própria discussão dos conceitos iniciais.	Apresentação em <i>Powerpoint</i> dos conteúdos e aplicação de um software simulando as células voltaicas.	Gravação da reunião via <i>Google Meet</i> e notações das respostas apresentadas pelos alunos no chat ou pelo áudio.
3º Encontro 2 aulas (50 min cada)	Apresentação e discussão dos conteúdos de potencial da célula ou força eletromotriz, cálculo do potencial de uma pilha e balanceamento de equações de oxirredução em meio ácido e em meio básico. Além da problematização do	Discutir o princípio de movimento do elétron, a voltagem produzida na pilha, a espontaneidade das reações numa pilha, o cálculo da voltagem e o balanceamento das reações de oxirredução.	Apresentação em <i>Powerpoint</i> dos conteúdos utilizando imagens, reações químicas e exemplos.	Gravação da reunião via <i>Google Meet</i> e notações das respostas apresentadas pelos alunos no chat ou pelo áudio.

	conteúdo com o experimento.			
4° Encontro 2 aulas (50 min cada)	Apresentação e discussão dos conteúdos referentes às pilhas e baterias comerciais, e reações de oxirredução na corrosão de metais como: Ferro, alumínio, cobre e prata.	Discutir o funcionamento das principais pilhas comerciais, a construção das baterias, o processo de oxidação dos metais e as problemáticas dessa corrosão na indústria e na sociedade.	Apresentação em <i>Powerpoint</i> dos conteúdos, utilizando imagens, reações químicas e exemplos.	Gravação da reunião via <i>Google Meet</i> e notações das respostas apresentadas pelos alunos no chat ou pelo áudio.
5° Encontro 2 aulas (50 min cada)	Finalização do conteúdo de eletroquímica trabalhando os conceitos e tipos de eletrólise, bem como o fechamento das discussões e recapitulação das informações trabalhadas ao longo das aulas com o auxílio de softwares educativos de simulação.	Discussão e problematização dos conteúdos e conceitos sobre eletrólise, tipos de eletrólise. Aplicação de dois softwares, um sobre eletrólise e o outro como completo as discussões realizadas ao longo do trabalho.	Apresentação em <i>Powerpoint</i> dos conteúdos e aplicação de dois softwares simulando a eletrólise, o funcionamento do bafômetro, corrosão do zinco metálico e o banho de prata.	Gravação da reunião via <i>Google Meet</i> e notações das respostas apresentadas pelos alunos no chat ou pelo áudio.

5.4.3 QUARTO ENCONTRO NO *GOOGLE MEET*

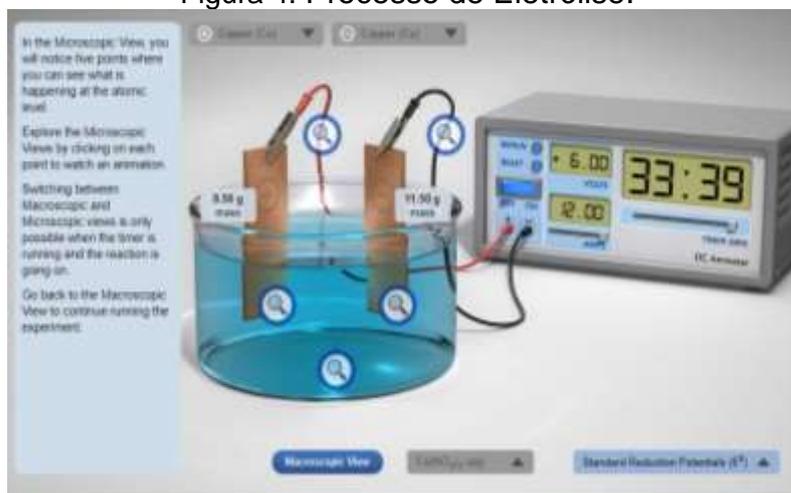
Em seguimento às atividades, realizou-se um quarto encontro de duas aulas síncronas também de 50 minutos (Quadro 3). O conteúdo trabalhado contemplou questões relacionadas as pilhas comerciais (tipos, características e aplicações), as reações e os compostos químicos presentes nessas pilhas, a diferença entre pilha e bateria, além do processo de corrosão/oxidação dos metais (uma reação de oxirredução espontânea e indesejável, como o processo de oxidação do ferro formando a ferrugem).

5.4.4 QUINTO ENCONTRO VIA *GOOGLE MEET*

Este foi o último encontro trabalhado com os alunos e também o fechamento do conteúdo de eletroquímica (Quadro 3). Nas duas aulas realizadas, apresentou-se e discutiu-se o tema eletrólise (célula eletrolítica), especificando cada tipo de eletrólise (ígneia, em solução aquosa com eletrodos inerte e em solução aquosa com eletrodos ativos), componentes (eletrodo e eletrólito) e sua aplicação na indústria, como o processo de galvanoplastia.

Para facilitar a compreensão dos conceitos de eletrólise e de sua aplicação, um segundo *software* (Figura 4) foi aplicado para os alunos. Esse *software* foi elaborado pela *Pearson Education Always Learning* (https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electo.php), e assim como o simulador anterior, é possível elaborar diferentes configurações de eletrodos e eletrólito, entender o processo de galvanização e verificar as reações de oxirredução na eletrólise a nível molecular (simulando a interação dos elétrons com os átomos).

Figura 4: Processo de Eletrólise.



Fonte: Pearson Education Always Learning.

Para finalizar a aula síncrona, um terceiro *software* conhecido como “Universo Inspira” foi apresentado e discutido com os educandos, a fim de lembrar o que foi estudado nas aulas anteriores e concluir as discussões realizadas ao longo do trabalho. Este programa apresenta experimentos, conceitos e teorias de forma ilustrativa, tridimensional, interativa e contextualizada, possibilitando manipular experiências e fundamentos científicos a partir de um modelo 3D autoexplicativo. O título do *software* apresentado foi Laboratório de Reações, referente à temática de eletroquímica. Dentro dessa simulação encontra-se o subtítulo “Oxirredução” (Figura 5) que aborda três experiências, sendo elas: 1) o fenômeno por trás do bafômetro e da oxirredução (Figura 6); 2) corrosão do zinco metálico (Figura 7 e 8); e 3) banho de prata (Figura 9 e 10).

Figura 5: Laboratório de Reações.



Fonte: Universo Inspira.

Figura 6: Experimento do Bafômetro.



Fonte: Universo Inspira.

Figura 7: Corrosão do Zinco.



Figura 8: Corrosão do Zinco, visão molecular.



Fonte: Universo Inspira.

Figura 9: Banho de Prata.

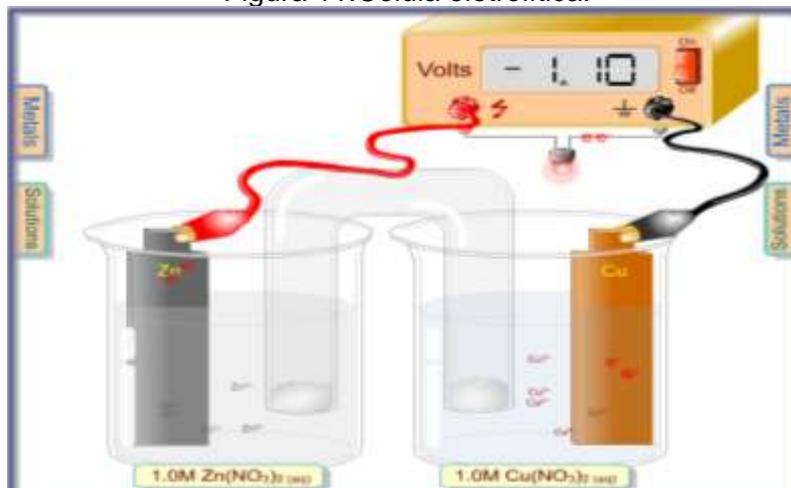


Figura 10: Banho de Prata, visão molecular.



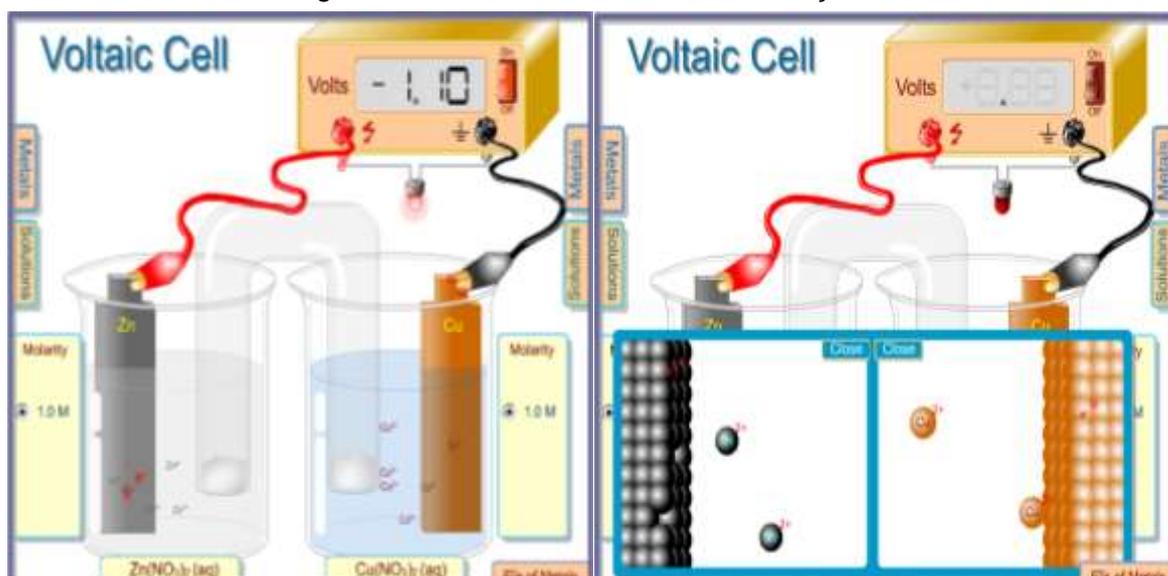
Fonte: Universo Inspira.

Figura 11: Célula eletrolítica.



Fonte: Química Interativa.

Figura 12: Células variando a concentração.



Fonte: Química Interativa.

Como os alunos já estavam familiarizados com os fundamentos teóricos da eletroquímica (outra discutidos) o *software* serviu como forma para expressar os conteúdos através de uma visão macroscópica e microscópica (Figuras 7, 8, 9, 10, 11 e 12) delineando as informações em um contexto visual, permitindo aos discentes, introduzir suas próprias observações, questionamentos e conclusões.

Este programa (“Universo Inspira”) não é de livre acesso e necessita ser instalado em um computador, entretanto, é de fácil aquisição. Inicialmente o “Universo Inspira” apresenta alguns títulos disponíveis para serem acessados livremente pelo usuário como: Ciência da Luz, Células, Laboratório de Misturas, Laboratório de Reações, Sistema Solar entre outros. Contudo, algumas aulas não aparecem na versão demonstrativa sendo necessário acessar o programa completo com todas as aulas. No Guia de Interface disponível em: <http://www.programainspira.com.br/formacao/pdf/guiadeinterface_evobooks.pdf>, está presente toda a explicação do procedimento para a obtenção do programa, desde o *download* até a instalação no computador.

5.5 TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO (APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO)

Finalizando as aulas, assim como planejado, foram disponibilizados aos alunos o questionário final (Anexo 4), a fim de se verificar a eficiência do projeto realizado a partir da experimentação problematizadora e dos *softwares* educativos de simulação no ensino de eletroquímica via remota. A partir deste questionário fez-se um *feedback* e uma análise comparando o entendimento (apropriação do conhecimento e evolução dos conceitos) dos alunos antes e após a intervenção realizada mediante a execução da presente proposta, além de servir como ferramenta para coletar a opinião dos educandos sobre a abordagem realizada nas aulas (Quadro 4).

Quadro 4: Objetivos, atividades estratégias e instrumento de coleta de dados para o 3º momento pedagógico

Encontro/tempo estimado	Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumentos de coleta de dados
--	Disponibilização do questionário final	Fazer levantamento do conhecimento dos alunos após a realização das aulas e da utilização das propostas metodológicas e didáticas.	Envio do questionário para e-mail dos alunos.	Formulário final (<i>Google Forms</i>).

5.6 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de gravação dos encontros no formato de áudio e vídeo (via *Google Meet*) e dos questionários aplicados via *Google Forms*.

Alguns fragmentos de textos contidos nos questionários aplicados e as respostas objetivas apresentadas pelos discentes foram analisadas e tratadas estatisticamente para plotagem de gráficos, bem como a comparação das respostas obtidas no questionário inicial com as do questionário final com o intuito de se avaliar a evolução de respostas e consequente aquisição de conhecimento sobre a temática abordada.

Desta forma foi verificado se os participantes conseguiram contextualizar a temática de eletroquímica com os conhecimentos químicos, e se as aulas experimentais apresentadas e o uso de *softwares* educativos de simulação foram capazes de contribuir na produção e construção do conhecimento.

6. RESULTADOS

6.1 DESAFIOS NO CENÁRIO ATUAL

Com a pandemia devido à disseminação do vírus Sars-Cov-2 causador da COVID-19 (*Coronavirus Disease – COVID-19*) teve-se a implantação de medidas rígidas quanto ao isolamento social, amplificando e disseminando as conexões virtuais entre as pessoas. A frente dessa realidade, o desenvolvimento de pesquisas, e, em particular para as que realizam coletas de dados quanti e qualitativos envolvendo pessoas, sofreu uma grande reestruturação graças ao modelo tradicional de entrevista presencial (face a face) que se inviabilizou de certa forma nos meios de interação virtual atuais (SCHMIDT; PALAZZI; PICCININI, 2020).

Esse novo contexto de interação sustentado pela sociedade tecnológica com indivíduos virtualmente conectados e um estado de isolamento social, acarretou novos desafios para a realização de pesquisas, principalmente para as voltadas ao trabalho pedagógico e educacional, como é o caso do presente trabalho. Desta forma, durante a aplicação das aulas e dos questionários para a coleta de dados, nos deparamos com turmas que apresentaram disponibilidade de horários vagos de forma heterogênea, além de fatores educacionais e pessoais que justificam a dificuldade em se trabalhar o ensino de forma remota, tais como: qualidade da *internet* (alguns alunos

muitas vezes usam a *internet* do vizinho); dificuldade e sobrecarga dos professores em utilizar e manipular os recursos tecnológicos; dificuldade dos próprios alunos em manejar algumas tecnologias; falta de concentração nas aulas (devido à ausência de um ambiente adequado a esse fim); fatores emocionais que desencadeiam problemas de ansiedade e estresse; além da vergonha em interagir nas aulas *online* (SILVA; SANTOS; PAULA, 2020).

Primeiramente é importante salientar que a pesquisa *online* possui sim pontos extremamente fortes que justificam a sua utilização, como: maior abrangência geográfica, contemplando pessoas de diferentes locais; economia financeira dos recursos e redução do tempo de coleta dos dados, uma vez que não existe a necessidade de grandes deslocamentos; maior segurança e anonimato para participantes e pesquisadores; além da possibilidade de investigar temas sensíveis sem deixar o participante desconfortável, dado a exclusão do contato pessoal com os pesquisadores e locais públicos (SCHMIDT; PALAZZI; PICCININI, 2020).

Algumas problemáticas surgiram durante a primeira tentativa de execução do projeto, resultando em empecilhos que prolongaram o desenvolvimento do trabalho. Um dos principais problemas foi a falta de adesão dos alunos e a pouca participação dos mesmos em comparação ao quantitativo de estudantes convidados a participar da pesquisa. Assim, foi necessário realizar nova aplicação em um segundo momento com a finalidade de se aumentar a quantidade de discentes participantes na pesquisa.

Alguns motivos foram levantados por nós pesquisadores e pelos próprios educandos para esclarecer essa realidade da falta de adesão, tais como: falta de tempo, frente ao contexto das aulas remotas já desenvolvidas pelos professores regentes do IF ao longo da semana; longas jornadas de estudos e trabalhos escolares, desmotivando a participação dos discentes; dificuldades de comunicação via *internet* e falta de bonificações, ou seja, os alunos queriam receber algumas horas pela participação no projeto, certificados ou até mesmo nota em alguma disciplina.

Como já mencionado na metodologia, foi feito o convite para participar do projeto tanto aos alunos dos segundos anos quanto aos dos terceiros anos dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio. Todavia, é importante ressaltar que as etapas e os conteúdos trabalhados nas aulas ocorreram da mesma forma para ambos os contextos, diferenciando-se apenas nas experiências e conhecimentos que cada grupo de aluno possuía a respeito da temática de eletroquímica. Portanto,

independentemente se o discente viu ou não o conteúdo, a proposta do trabalho foi justamente potencializar o ensino de eletroquímica, evidenciando a construção do conhecimento, trazendo novas discussões e problemáticas, incentivando novas curiosidades, além de remediar dúvidas remanescentes e revisar os conteúdos trabalhados em uma nova perspectiva.

A primeira aplicação realizada foi desenvolvida com os discentes do segundo ano do Ensino Médio em dezembro de 2020. Dentre o total de discentes convidados, apenas 3 estudantes participaram efetivamente do projeto e das aulas, e aqui, os classificaremos como Grupo 1. Esses discentes faziam parte das turmas do quarto bimestre referentes ao período letivo 2020. Devido a discrepância do cronograma de aulas referentes ao Ensino Médio com os períodos letivos habituais do ano, e frente à pandemia COVID-19, esses alunos já haviam estudado o conteúdo de eletroquímica antes da aplicação deste trabalho.

Com a baixa participação, optou-se por convidar além dos alunos do 2º ano dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, convidar os dos 3º anos também já do ano de 2021, totalizando 227 convites. Desse quantitativo, apenas 3 alunos participaram efetivamente na pesquisa, sendo eles, discentes do segundo ano, e aqui os classificaremos como Grupo 2. Mesmo fazendo o convite para os alunos dos 3º anos, nenhum aluno desse período se voluntariou para participar do projeto. Quanto aos dos 2º anos que participaram, eles não tinham tido aulas a respeito do conteúdo de eletroquímica, tendo assim o primeiro contato com esse tema durante a participação do presente projeto. Os encontros foram realizados no final de março e início de abril do ano de 2021, estando estes alunos matriculados no primeiro bimestre do segundo ano do Ensino Médio.

Dos 227 alunos convidados em dois períodos letivos diferentes, obteve-se um total de 6 discentes participantes, realidade esta, que reflete as barreiras de ensino comumente apontadas na educação a distância e no ensino remoto. Ainda, tanto o Grupo 1, quanto o Grupo 2, foram compostos exclusivamente por alunos do segundo ano do Ensino Médio, mesmo o trabalho contemplando e estimulando a participação de alunos dos terceiros anos dos cursos técnicos.

Acredita-se que o cenário pandêmico e o trabalho *online* afetaram o desenvolvimento da presente pesquisa durante o convite dos alunos, na resolução e entrega do questionário inicial, na participação das aulas síncronas e na conclusão

dos encontros pelo questionário final, justificando um dos grandes problemas que enfrentamos: a baixa adesão e participação dos alunos (apenas 6 participantes enviaram os questionários (inicial e final). Assim, os resultados e discussão foram baseados nos 6 questionários enviados.

De acordo com ARTIGAS (2017) essa realidade se configura por diferentes motivos, tais como: ausência de tempo para estudar; ambiente de estudos desestimuladores (quarto, sala ou até cozinha); falta de material tecnológico; rotina diária pessoal conturbada e a ruptura do convívio pessoal proporcionalizado pela escola frente a educação *online* (abrupta mudança de rotina), algo sem grande relevância a princípio, mas que interfere diretamente no psicológico e na conduta dos alunos a longo prazo, intervindo conseqüentemente, no desempenho dos mesmos.

Outras questões podem ser levantadas, principalmente no que diz a respeito da rotina escolar do Instituto Federal. Como aluno de graduação do IF presenciei inúmeros momentos de fadiga, estresse, falta de tempo e cansaço devido ao dia a dia dos estudos *online*, uma realidade que se construiu tanto para os alunos (Ensino Médio e Superior), quanto para os próprios professores e servidores do Instituto Federal. Desta forma, muito além dos clássicos fatores inerentes ao ensino remoto, os alunos necessitam se adaptar a um contexto nada convencional, sendo levados a conciliar o ensino integral com suas atividades pessoais (afazeres domésticos, trabalho, estudos extracurriculares, e, em casos mais extremos, como a perda de um parente próximo devido a COVID-19) dentro de um sistema de isolamento social.

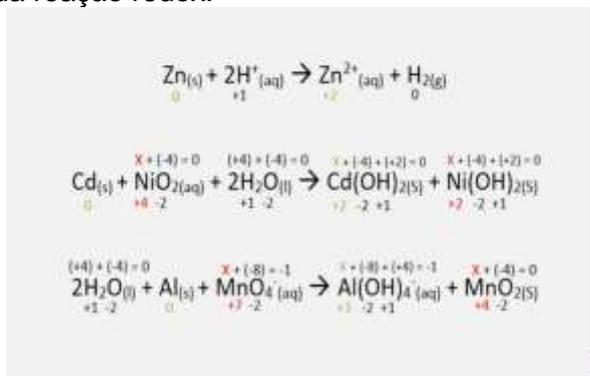
Assim, acredita-se que baixa adesão dos alunos pode estar atrelada à fadiga emocional e acadêmica (no próprio ato de estudar, desenvolver atividades e realizar avaliações no AVA, que desanima a participação do discente), do que o simples desinteresse do educando em participar voluntariamente de uma pesquisa que não resultava em geração de certificados ou de horas complementares.

6.2 PLANEJAMENTO DO PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO

O conteúdo de eletroquímica fornece uma base extremamente sólida para o entendimento das atividades mais triviais até as mais complexas e inesperadas ligadas ao cotidiano do aluno, permitindo que o mesmo conheça a importância e a aplicação da Química em seu dia a dia (SENAI, 2016). Contudo, como esse conhecimento envolve diferentes níveis de interpretação, raciocínio, regras, termos e classificações para o seu entendimento, é esperado que os educandos sintam a necessidade de um fator pedagógico a mais, para facilitar a aprendizagem desse conteúdo, tornando o processo de ensino construtivo e estimulador (FREIRE; SILVA-JÚNIOR; SILVA, 2011).

Buscando tornar essa realidade possível, cada etapa do processo de ensino foi elaborada, não de forma isolada, mas como um elo que se conecta a outro fortalecendo cada proposta pedagógica, a fim de incentivar a construção do conhecimento pelo aluno, enriquecendo e conectando sua estrutura cognitiva. Ao todo, foram realizadas 8 aulas para explanar o conteúdo eletroquímico, desde a fundamentação das reações de oxirredução, até os processos eletroquímicos não espontâneos, como a eletrólise. As aulas foram realizadas a partir da exposição do conteúdo com o auxílio dos *slides*. Desta maneira, para que as informações ficassem claras, simples e objetivas, os *slides* foram configurados utilizando-se diferentes cores, imagens, representações, exemplos, abreviações, conceitos, macetes e analogias para tornar o conteúdo teórico mais atraente, intuitivo e de fácil entendimento. Alguns *slides* podem ser vistos logo abaixo:

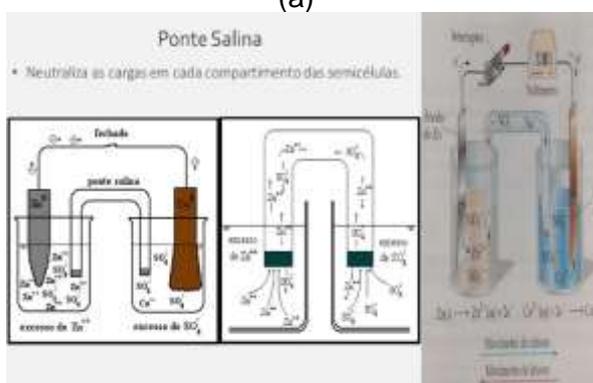
Figura 13: Exemplos de slides utilizados nas aulas síncronas: a e b) Cálculo de NOX, c) Exemplo de célula voltaica; d) Bateria de chumbo; e) Corrosão de ferro e f) Balanceamento da reação redox.



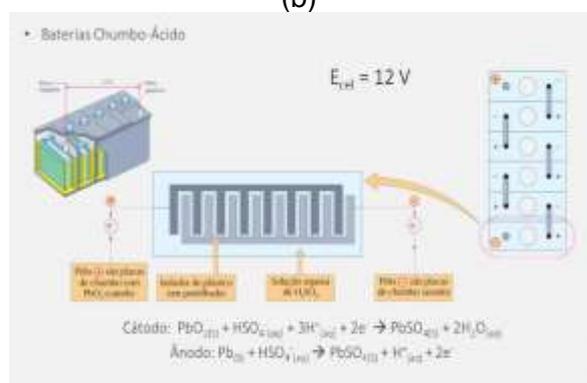
(a)



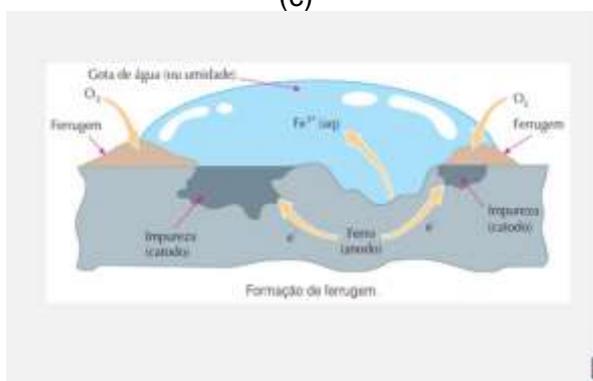
(b)



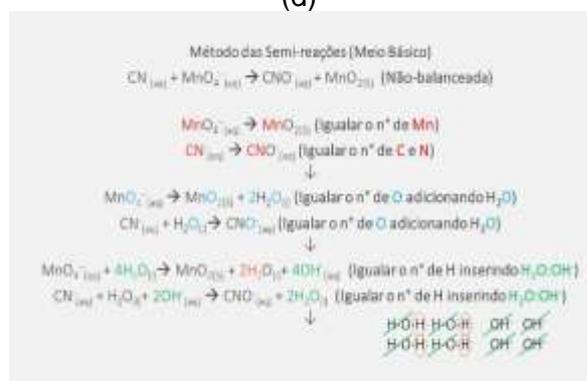
(c)



(d)



(e)



(f)

6.3 ANÁLISE DAS AULAS E DOS QUESTIONÁRIOS

6.3.1 QUESTIONÁRIO INICIAL

Os questionários são instrumentos muito utilizados no processo de investigação para o desenvolvimento da pesquisa (científica e social), permitindo conhecer opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. É uma técnica fundamentada na utilização de perguntas, com o conteúdo ligado a fatos, atitudes, comportamentos, padrões de ação e os próprios aspectos da realidade referente ao objeto da pesquisa (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011).

Desta maneira, tal instrumento se direciona perfeitamente como mecanismo para coletar informações a respeito do conhecimento dos alunos de forma geral, bem como para a própria temática de eletroquímica, permitindo avaliar a aprendizagem dos estudantes nessa área, a realidade educacional em que se encontram e as dificuldades originadas deste processo.

Para isso, assim como defendido por Luckesi (2011, p. 14), é extremamente importante selecionar os tipos de questões que permitam ao estudante manifestar o que desejamos saber se ele aprendeu, exigindo um desempenho específico que esteja ligado diretamente à habilidade que se queira avaliar. Deste modo, cada pergunta possibilita diagnosticar diferentes operações mentais, habilidades ou condutas, convidando o aluno de forma direta e indireta, a manifestar seus conhecimentos, habilidades e atitudes, que adquiriu com o processo de ensino.

Para tal fim, os questionários aplicados para os alunos se estruturaram utilizando tanto perguntas abertas (possibilidade de expressão e fidelidade ao pensamento do aluno), quanto perguntas fechadas (estimulando a capacidade de análise e interpretação) (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). Ainda, para encorajar a participação dos educandos, construiu-se os questionários com poucas questões, tornando sua resolução acelerada, agradável e com um linguajar acessível e de fácil leitura.

O questionário inicial foi aplicado com o intuito de se avaliar os conhecimentos prévios dos alunos antes de qualquer tipo de intervenção. Tal estratégia teve o objetivo de se comparar o avanço e o aprendizado dos alunos a partir das atividades pedagógicas propostas nesta pesquisa.

Primeiramente os alunos foram questionados a respeito do processo de corrosão dos metais, contextualizando-se a corrosão do ferro presente em estruturas metálicas do dia a dia. Esse fenômeno está largamente relacionado com as atividades pessoais do aluno (enferrujamento de automóveis, armários, portas, pregos, janelas, portões etc.), e principalmente com os processos de oxirredução, no qual o ferro metálico reage com ar (rico em oxigênio e água – agentes oxidantes), sofrendo uma reação de oxidação (perda de elétrons) produzindo o óxido de ferro III (ferrugem).

No ensino de Química, a contextualização possui diferentes interpretações, mas muitos a consideram como uma forma de descrição dos fenômenos científicos frente a fatos e processos pertencentes ao cotidiano do aluno; uma inter-relação dos conhecimentos escolares com as experiências e perspectivas do dia a dia do educando (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Portanto, quando foram perguntados sobre o processo de corrosão do ferro, os alunos responderam:

A1: A estrutura de metal enferruja por ter oxidado. Ao entrar em contato com o oxigênio, as moléculas do ferro trocam elétrons com o gás, fazendo com que o O_2 se ligue a ele e forme hidróxido de ferro.

A2: Pois o metal é oxidado. Quando o ferro é disposto em contato com o oxigênio ocorre a troca de elétrons entre eles (ferro e oxigênio) onde irá ocorrer a ligação com o O_2 e produzir o hidróxido de ferro.

A3: Porque o metal sofre oxidação, reação que pode ser evitada por meio da Galvanização ou Galvanoplastia.

A4: Ocorrem por causa da oxidação desses metais devido à exposição ao ambiente.

A5: Pois acontece uma transformação química, onde é alterado o estado da matéria.

A6: Acredito que seja porque o ferro ou o aço perdem elétrons, devido a ficar muito tempo expostos ao ambiente e assim vão indo se oxidando.

Percebe-se que a maior parte dos alunos possuem um certo grau de direcionamento a respeito do processo de corrosão do ferro, utilizando alguns termos relacionados a esse fenômeno, como: “metal enferruja por ter oxidado”; “o ferro ou o aço perdem elétrons”; e “Ao entrar em contato com o oxigênio, as moléculas do ferro

trocam elétrons com o gás”. Contudo, é perceptível a enorme dificuldade que eles possuem em se expressar de forma clara, direta e coerente com os fundamentos teóricos.

Analisa-se também, uma grande confusão conceitual desses alunos e uma baixa fundamentação teórica ao se referirem as espécies que oxidam e reduzem, que está perdendo e ganhando elétrons, quais espécies químicas participam das reações de oxirredução e quais os produtos formados desse processo.

Mesmo os alunos (A1, A2 e A3) que já haviam estudado o conteúdo de eletroquímica, não conseguiram formular completamente uma resposta estruturada e embasada cientificamente, expressando uma ambiguidade conceitual muito próxima dos educandos que não viram o conteúdo. Tal fato reflete as dificuldades do ensino de eletroquímica tanto para o conteúdo (com três níveis de descrição da matéria, caráter evolutivo dos modelos e teorias, obscuridade da linguagem em relação aos níveis descritos e a frequente relação da visão macroscópica com a microscópica), quanto para a forma de como é geralmente trabalhado tradicionalmente (em atividades que estimulam a memorização de fórmulas, conceitos, informações, fenômenos e conhecimentos, a partir de um ensino mecânico e hierarquizado) (FREIRE; SILVA-JÚNIOR; SILVA, 2011; DINIZ, 2019; SANTOS et al., 2013).

Outra relação questionada com os alunos a respeito dos fenômenos eletroquímicos no dia a dia, foi o processo de produção das bijuterias e semijoias banhadas a ouro (um procedimento eletrolítico para se depositar uma fina camada de ouro sobre uma peça, a partir da redução dos íons de ouro para sua forma metálica). Quando foram perguntados sobre esse procedimento e sobre as características referentes a essa técnica, os alunos responderam:

A1: Galvanização. Ela é feita por colocar dois metais em um meio líquido e depois aplicar uma carga elétrica nesse meio. Isso faz com que os elétrons de um metal se liguem ao outro metal por oxidação e redução.

A2: Fenômeno da galvanização para evitar a formação de hidróxido de ferro. Esse fenômeno ocorre da seguinte maneira: são colocados dois metais em meio líquido e em seguida dispostos a uma carga elétrica o que acaba causando ligações de elétrons entre os metais por via da oxidação e redução.

A3: Eletrólise, ocorre por meio de um banho em uma solução iônica e a

exposição a um cátodo ou ânodo.

A4: Não sei.

A5: Não tenho ideia.

A6: Purificação mais a oxidação (não tenho ideia).

Neste caso, nota-se que apenas os alunos A1, A2 e A3 responderam à pergunta. Entretanto, novamente instaura-se uma argumentação rasa, desestruturada e com pouco aporte teórico. Mesmo norteados pelo nome do processo, “eletrólise” e “galvanização”, não possuíam um pensamento claro e objetivo para explicar corretamente o processo eletrolítico utilizado na galvanização das bijuterias e semijoias.

Um conhecimento químico pode ser tratado em três diferentes níveis: fenomenológico (permite reconhecer o fenômeno a ser estudado); submicroscópico (modelos explicativos) (possibilita a construção de explicações para se prever e compreender o próprio fenômeno) e representacional (ferramenta que facilita a comunicação por meio de uma linguagem própria da química) (MARCONDES; SOUZA; AKAHOSHI, 2017).

Por sua vez, MARCONDES; SOUZA; AKAHOSHI (2017, p. 2) destacam que:

[...] os conceitos envolvidos no entendimento de temas como pilhas galvânicas e eletrólise, socialmente importantes e geralmente tratados no ensino médio de maneira pouco problematizadas, requerem abordagem nos três níveis citados. Algumas das dificuldades de aprendizagem de conceitos como oxidação e redução parecem estar relacionadas ao tratamento dado pelos professores em que é focado majoritariamente os aspectos representacionais. As equações de semirreação são priorizadas em detrimento da apresentação de fenômenos como corrosão, reatividade de metais e de possíveis discussões em nível de modelos explicativos desses processos.

Desta maneira, percebe-se que principalmente quando foram discutidas sobre as reações de oxirredução e a eletrólise, houve uma maior dificuldade por parte dos alunos, principalmente para os que já haviam estudado o conteúdo. Portanto, muito além dos fatores conceituais (nomenclaturas, classificações, conceitos, tipos de reações etc.), descrição de cada fenômeno (macro, micro e subatômico) e a semelhança das informações, perpetua-se também a necessidade de haver o diálogo entre cada um dos três níveis descritos para o conhecimento químico, uma relação

que muitas vezes não é estabelecida, gerando uma confusão e uma dificuldade para se estabelecer o conhecimento seja de eletroquímica ou de outra área.

Essa discussão fica ainda mais evidente quando os alunos foram questionados a respeito do motivo pelo qual as pilhas produzem corrente elétrica, respondendo:

A1: Quando a reação redox ocorre, os metais liberam elétrons, que são então usados como energia para diversos equipamentos

A2: Pois acontece uma reação redox, onde ocorre a liberação de elétrons que é utilizado como energia.

A3: Porque a pilha consiste em um elemento que perde elétrons e outro que ganha, essa troca de elétrons gera uma corrente elétrica.

A4: Porque a reação química que ocorre dentro das pilhas libera elétrons e a energia elétrica é basicamente uma corrente de elétrons livres.

A5: Não sei.

A6: Porque ocorre um processo em que um ganha elétron e outro perde e assim forma meio que uma corrente elétrica.

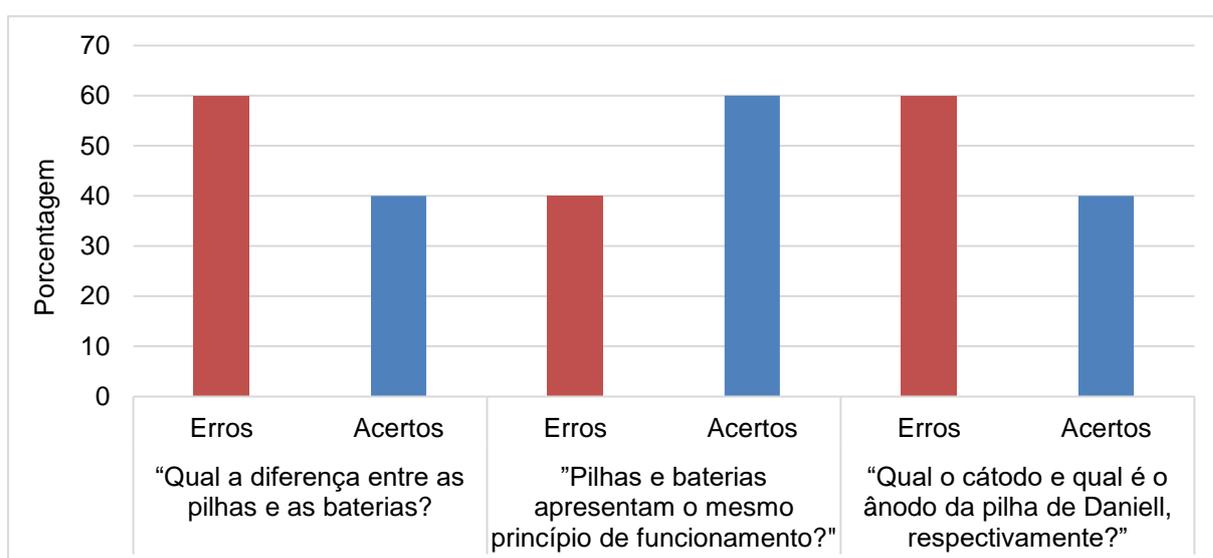
Neste caso nota-se uma construção conceitual mais direcionada e coerente com os conceitos de eletroquímica, demonstrando um nivelamento e uma uniformidade informacional entre os alunos. Diferente dos casos anteriores, aqui há uma discussão conceitual mais generalista e importante para introduzir o conteúdo de eletroquímica, facilitando neste caso, a descrição dos três níveis do conhecimento químico (a pilha, um objeto do cotidiano; o fato da mesma produzir eletricidade; e sua representação a partir das reações de oxirredução caracterizadas pela transferência de elétrons).

Com isso, os alunos conseguem interligar os fatos com maior facilidade, internalizando o conteúdo de forma mais clara e objetiva, diferente de conceitos mais abstratos e complexos como a eletrólise e as reações de oxirredução, que demandam uma sensibilidade maior ao se relacionar os três níveis de descrição do conhecimento.

As perguntas de âmbito fechado foram estruturadas com uma média de quatro alternativas para escolha, sendo apenas uma delas a correta. Mesmo sendo perguntas mais teóricas, ainda assim serviram como instrumentos para se verificar o

nível de conhecimento dos alunos a respeito da temática. Portanto, independente dos alunos terem visto ou não o conteúdo de eletroquímica, cada questão se direciona a extrair o máximo de informação que cada educando possui antes da intervenção por meio dos encontros com as aulas síncronas, permitindo avaliar a evolução. As porcentagens de acertos e erros bem como as perguntas estão dispostas na Figura 14 a seguir.

Figura 14: Porcentagem de erros e acertos para as seguintes perguntas: P1: “Qual a diferença entre as pilhas e as baterias?”; P2: “Pilhas e baterias apresentam o mesmo princípio de funcionamento?”; P3: “Qual o cátodo e qual é o ânodo da pilha de Daniell, respectivamente?”



Na Figura 14, o quantitativo de erros e acertos para a pergunta 1 “Qual a diferença entre as pilhas e as baterias?” reflete uma confusão terminológica muito presente na concepção dos alunos a respeito dos sistemas eletroquímicos. Em suma, o termo “pilha” refere-se ao dispositivo unicamente constituído de dois eletrodos e um eletrólito, arrançados de forma a produzir energia elétrica a partir da oxidação e redução dos eletrodos que geraram um fluxo eletrônico. Já o termo “bateria” relaciona-se com o conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência de sua utilização por maior potencial ou corrente elétrica respectivamente (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Por sua vez, esses dois termos têm sido indistintamente utilizados para descrever os sistemas eletroquímicos, generalizando suas características apenas como armazenadores de energia, ou ainda como acumuladores elétricos, termo muito utilizado também como sinônimo de bateria (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Essa confusão conceitual, frequentemente analisada na concepção dos estudantes, foi verificada novamente, uma vez que 60% dos alunos respondentes, escolheram a alternativa incorreta para a questão 1 confirmando a dificuldade dos mesmos em compreender e distinguir cada fenômeno e característica da eletroquímica.

Na Figura 14, o quantitativo de erros e acertos para a pergunta 2: "Pilhas e baterias apresentam o mesmo princípio de funcionamento?" demonstra um maior número de acertos por parte dos educandos (60%), contudo, essa realidade não se mostra tão apreciável quanto parece. As perguntas 1 e 2, por mais que a princípio pareçam diferentes, apresentam características semelhantes e complementares entre si. Desta forma, para que o aluno saiba a diferença entre uma pilha e uma bateria, conseqüentemente o mesmo deve possuir o mínimo de conhecimento a respeito do funcionamento e os princípios químicos que caracterizam essas estruturas (pilha e bateria), assim como para o pensamento inverso. Portanto, julgando a discrepância entre os alunos que acertaram uma pergunta e erraram a outra, percebe-se que na verdade, eles não tinham uma visão clara a respeito da alternativa correta, transparecendo uma ambigüidade conceitual, que por sua vez, demonstra a dificuldade dos mesmos com os temas fundamentais da eletroquímica.

Na Figura 14, o quantitativo de erros e acertos para a pergunta 3: "Qual o cátodo e qual é o ânodo da pilha de Daniell, respectivamente?", por sua vez, demonstra novamente um percentual alto de respostas incorretas (60%). Dentre os alunos respondentes, três não haviam estudado o conteúdo de eletroquímica, muito menos sobre os conceitos da pilha de Daniell, portanto, é compreensível que os discentes não soubessem a resposta para uma pergunta tão específica. Contudo, como discutido anteriormente, a mesma serve como ferramenta norteadora para explorar o conhecimento dos discentes a respeito da temática, permitindo comparar e avaliar a aprendizagem dos mesmos.

6.3.2 OBSERVAÇÃO DAS AULAS SÍNCRONAS

Durante todos os encontros buscou-se estimular a participação dos educandos com perguntas e questionamentos a respeito do que estava sendo discutido. Dos 6 alunos participantes apenas 3 (Grupo 1) haviam estudado o conteúdo de eletroquímica, portanto, os questionamentos levantados em cada etapa, tiveram impactos diferentes para cada grupo de discentes.

Na maior parte das perguntas, os alunos não apresentaram uma resposta concisa ou bem estruturada, refletindo a notória dificuldade dos mesmos em compreender o conteúdo de eletroquímica. Quando foram questionados, por exemplo, sobre o experimento do vídeo e as características inerentes ao mesmo (pilha de Daniell), os alunos do Grupo 1 responderam:

P: Por que uma solução é translúcida e a outra é azulada?

A1: Porque o sulfato de cobre deixa a solução azul e o sulfato de zinco deixa a solução transparente.

P: O que está sendo medido no equipamento (multímetro)?

A1: Está medindo quantos elétrons estão passando. No caso seria a voltagem?

P: Por que o valor medido no aparelho (multímetro) passou de positivo para negativo com a inversão das ligações elétricas no experimento?

A1: Porque inverteu a carga.

P: O que aconteceu com a retirada da mangueira em forma de U no experimento?

A1: A voltagem ficou neutra.

A2: Houve a retirada da mangueira que continha cloreto de sódio (NaCl).

De fato, não se pode visualizar as conexões sinápticas realizadas no sistema nervoso central do estudante para confirmar que o mesmo aprendeu determinada informação. Entretanto, frente às expressões existenciais manifestadas em sua conduta, seja pela escrita, fala ou demonstração, pode-se constatar o que de fato o aluno aprendeu, uma vez que essas ações conduzem a realidade educacional do mesmo (LUCKESI, 2011).

Perante o exposto nota-se, através das respostas, que os alunos apresentavam uma visão simples, confusa, fragmentada e principalmente desordenada do conteúdo. Um desfoque que reflete a falta de compreensão, familiarização e apropriação das informações relacionadas a eletroquímica, impossibilitando que formulassem uma resposta coerente com a pergunta e devidamente estruturada nos conceitos teóricos.

Essa dificuldade de expressão pode ser vista em prosseguimento aos encontros ainda com os alunos do Grupo 1, e nas discussões conceituais realizadas; como quando discutiu-se sobre a força eletromotriz (f.e.m.) que movimentava os elétrons, a relação entre a voltagem da pilha medida no voltímetro e a espontaneidade das reações de oxirredução, além da diferença entre a voltagem teórica (Pilha Zn/Cu – 1,10 V) e a experimental (Pilha Zn/Cu – 1,04 V) medida no vídeo:

P: Por que os elétrons se movem pela pilha indo do ânodo até o cátodo?

A3: É um processo automático como a osmose, um tem menos e outro tem mais. Então um puxa os elétrons para o outro.

P: Ao medir a voltagem da pilha no experimento obteve-se um valor igual a 1,04 V. Invertendo o circuito de ligação entre o voltímetro e a pilha, mediu-se um valor igual a -1,02 V. Neste caso, as reações de oxirredução que aconteciam na pilha deixaram de ser espontâneas, devido ao valor negativo da voltagem medida?

A3: Sim, porque se não é espontâneo ele deve parar de ser positivo.

P: Por que o potencial teórico da célula não é exatamente igual ao potencial medido da mesma pilha no experimento?

A3: Porque a energia se dissipa dependendo do meio ao qual está sendo conduzida. O material de condução não é ideal, você sempre vai perder energia nas transições.

Essas perguntas atuam indiretamente – uma vez que não se pode verificar diretamente o “cérebro” do aluno para confirmar sua aprendizagem-, como um instrumento para se avaliar com bastante precisão o conhecimento do discente, partindo da sua conduta expressa mediante aos questionamentos, indicando se houve ou não aprendizagem (LUCKESI, 2011). Desta forma, novamente, as falas dos educandos traduzem suas dificuldades de expressão, interligadas a um contexto informacional reduzido, refletindo a situação de aprendizagem que se encontram. Esta avaliação mostra a necessidade dos mesmos em adquirir novos conhecimentos, bem como reconstruir os já existentes.

Assim como discutido por SILVA (2011, p. 10):

[...] o aluno é um sujeito capaz de interpretar, problematizar, dialogar, compreender e construir conhecimento. Assim se faz necessário que o educando participe ativamente em sala de aula, ou seja, que ele tenha um papel mais ativo e que não se limite a ser espectador do processo.

Frente a esse pensamento, nota-se o grande potencial que o aluno possui para se expressar e desenvolver o conhecimento, contudo, é extremamente importante que se torne um indivíduo ativo em seu próprio processo de desenvolvimento, tanto intelectual quanto pessoal, desvinculando-se da simples ação de replicar e receber o conhecimento. Nessa perspectiva, o educando possui um papel muito mais importante dentro da sala de aula, atuando como sujeito ativo no processo de ensino (SILVA, 2011). A dissolução desse papel, por sua vez, caracteriza um grande retrocesso no processo de ensino-aprendizagem, configurando-se no ensino tradicional que constantemente a educação contemporânea tenta superar.

Durante o primeiro período de aplicação deste trabalho (dezembro de 2020), no Instituto Federal Campus Iporá, as atividades estavam sendo desenvolvidas a partir do sistema de ciclos (cada ciclo possuía três módulos de 7 dias cada, nos quais as disciplinas eram oferecidas). A princípio, o professor disponibilizava seu material (*slides*, textos, resumos, artigos e as atividades avaliativas da semana) no início dos sete dias (por exemplo, na quinta-feira), e ao final do ciclo, os educandos deveriam postar suas atividades resolvidas na plataforma *AVA-Moodle*. Além disso, cada professor possuía um horário de atendimento coletivo síncrono, não sendo obrigatória a participação do aluno. O encontro tinha o objetivo de sanar as dúvidas. Esse sistema de ensino, por sua vez, teve um impacto negativo no rendimento e na participação dos alunos, que não se adaptaram com a mesma velocidade dos reajustes ocorridos na transição do ensino presencial para o remoto. Como aluno desse sistema vivenciei muitos momentos semelhantes aos discentes do Ensino Médio com sobrecarga de atividades acadêmicas, longos períodos à frente do computador, estudos extraclasse, volume acentuado de informações, isolamento e ansiedade, e dificuldades de estudo via *internet*.

Frente a essa realidade de módulos e ciclos, os alunos do Grupo 1, no ano de 2020, tiveram contato rápido referente ao conteúdo de eletroquímica. Como esse conteúdo é complexo e sistemático (muitos conceitos, diferentes níveis de descrição da matéria, raciocínio abstrato, etc.) os discentes não tiveram tempo o suficiente para internalizar e se familiarizar com o mesmo. Desta forma, é compreensível e justificável

que os alunos participantes do presente projeto apresentaram dificuldades com essa temática, realidade refletida nas respostas que foram apresentadas nos questionamentos.

É importante ressaltar que as dificuldades vivenciadas pelos discentes também afetaram a vida e a rotina de todas as pessoas, incluindo os próprios servidores do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá. Portanto, não se tem por objetivo aqui, atribuir culpa às problemáticas de ensino, ou julgar o sistema de ciclos, a Instituição ou os docentes. Sabe-se que a realidade atípica afetou o trabalho e vida pessoal de todos, acarretando sobrecarga em cada um.

Os professores tiveram que se reinventar no processo de ensino, a fim de proporcionar as melhores ações pedagógicas possíveis. Desta forma, vivenciaram problemáticas tão repentinas quanto a pandemia, como: falta de planejamento para essa citação; dificuldade de acesso à *internet* e computadores; estresse e ansiedade; extensa jornada de trabalho; limitações tecnológicas etc. (MATTIIE, 2020).

Os alunos do Grupo 2 por sua vez, não tiveram uma participação significativa durante os questionamentos, pois não haviam estudado o conteúdo de eletroquímica. Devido a novidade nas discussões com esses educandos, não se pode extrair muitas informações. A partir das aulas síncronas, pode-se perceber a homogeneidade informacional, dificuldade com o conteúdo e a necessidade deles em compreender a eletroquímica de forma mais clara e objetiva.

De forma geral, a proposta de Delizoicov, principalmente na problematização inicial, se encaixou perfeitamente com a realidade desses alunos, evidenciando as limitações informacionais dos mesmos e a necessidade de adquirir novos conhecimentos:

[...] Em síntese, a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão. O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV, 2005 p. 13).

Portanto, além de confirmar a necessidade de aprendizagem dos alunos para a temática, a proposta de Delizoicov serviu de estímulo para incentivar a participação dos alunos nos demais encontros, orientando o seguimento das aulas e dos debates a serem desenvolvidos.

6.3.3 QUESTIONÁRIO FINAL

O questionário final teve por objetivo, avaliar a construção, agregação e evolução do conhecimento pelos alunos, frente às diferenças e potencialidades desenvolvidas pelos discentes ao longo das aulas e em comparação ao questionário inicial. A avaliação do questionário final para as perguntas subjetivas está descrita logo a seguir.

Apesar da intervenção com as aulas síncronas e a demonstração de *softwares* simulando os aspectos microscópicos envolvidos nos fenômenos da eletroquímica, observa-se ainda dificuldades de aprendizado pelos alunos bem como concepções conceituais errôneas. Tal fato está de acordo com muitos trabalhos (CAMEL e PACCA 2011; LIMA e MARCONDES, 2005; OGUDE e BRADLEY, 1996; SANJUAN *et al.* 2009; SILVA *et al.* 2016) os quais relatam os mesmos problemas e dificuldades dos alunos sobre a temática de eletroquímica.

Na etapa das aulas em que se discutiu o processo espontâneo de oxidação dos metais, foram apresentados alguns exemplos, como a oxidação do ferro, cobre, prata e alumínio, relacionando esses metais com objetos do dia a dia (fio elétrico, painéis, armações, joias etc.). Como visto no questionário inicial, antes dos alunos estudarem esse processo oxidativo, tinham uma notável dificuldade em explicá-lo, tanto para as reações de oxirredução envolvidas, quanto para os produtos formados dessas reações.

Essa realidade se estrutura muitas vezes em um ambiente onde o aluno não aprende de forma concisa, sendo estimulado a memorizar os conceitos. Por esse fator, quando o discente tenta relacionar esses conceitos com situações práticas, surgem barreiras que o impedem (DINIZ, 2019).

Ao serem perguntados novamente sobre a oxidação dos metais (contextualizando a partir do efeito da maresia sobre esse processo), os alunos (agora com uma bagagem informacional muito maior), responderam:

P: A maresia, de ocorrência em cidades e regiões costeiras e litorâneas, é uma das grandes responsáveis por danificar, corroer e enferrujar casas, carros, navios, estruturas metálicas de edifícios e pontes, estátuas entre outros. Acarretando neste caso, inúmeros prejuízos à sociedade, à população e ao governo. Diante disto, qual seria o agente

responsável pela corrosão dessas estruturas metálicas? E qual a explicação para esse processo de corrosão?

A1: Os sais minerais diluídos na água juntamente com o oxigênio da atmosfera. Os sais formam uma ponte salina entre o metal e o oxigênio do ar, fazendo com que ambos troquem elétrons, sendo que o metal oxida e o oxigênio reduz.

A2: Os sais minerais diluídos na água com o oxigênio. Os sais irão formar uma ponte salina entre o metal e o oxigênio do ar, realizando troca de elétrons, onde o metal oxida e o oxigênio reduz.

A3: O sal presente na água e maresia do mar, os íons presentes na água do mar e maresia formam uma ponte salina, possibilitando o fenômeno de oxirredução entre o oxigênio do ar e os metais expostos a esses ambientes.

A4: A reação de oxirredução. Essa corrosão ocorre quando o ferro (agente redutor) é oxidado pelo oxigênio (agente oxidante), produzindo óxido de ferro (ferrugem).

A5: O agente responsável é o oxigênio, pois como os metais possuem uma oxidação maior do que a do oxigênio, o metal tende a perder elétrons para o ar atmosférico.

A6: O agente responsável pela corrosão são as reações de oxirredução. Isso ocorre quando um material catodo e um material anodo estão no mesmo ambiente, com muita umidade e um condutor elétrico, e nesse processo o anodo perde seus elétrons para o catodo, e este processo de perda de elétrons causa a corrosão do material anodo, assim ele apresenta características como perda de massa e surgimento de impurezas na superfície do metal e assim se torna uma ferrugem.

Aqui, fica evidente o grande avanço que os discentes tiveram com o desenvolvimento das aulas. Em vez de uma discussão sem fundamento, com terminologias totalmente equivocadas e sem uma descrição conceitual ordenada como no questionário inicial, teve-se em contrapartida, um direcionamento muito mais focado e objetivo, com a utilização de alguns termos corretos, bem estruturados e com um pensamento teórico linear. Neste caso, em sua grande parte, os alunos conseguiram relacionar a corrosão do ferro com a presença de oxigênio, caracterizado

os agentes oxidantes e redutores, a importância do sal marinho na formação da ponte salina e a reatividade dos metais.

Em um trabalho desenvolvido por Bragança (2013) o tema sobre maresia também foi levantado e foi verificado que os alunos que moravam em cidades litorâneas demonstraram menor dificuldade em relação aos que moravam em cidades longe do litoral. Ou seja, segundo o autor, o fenômeno pode ser melhor compreendido por alunos que tenham contato direto com o mesmo.

Aqui em nosso trabalho, verifica-se que os alunos A4 e A5 não mencionaram a presença da água contendo os sais, ou seja, colocaram apenas o oxigênio do ar como responsável pelo fenômeno de corrosão. O aluno A3 mencionou que os íons presentes na água do mar e maresia formam uma ponte salina. Já o aluno A6 menciona “condutor elétrico” e surgimento de “impurezas” que formam a ferrugem. O termo “impureza” pode ter sido mencionado por estar relacionado ao fato de formar algo “não desejado” que seria a ferrugem.

Os alunos A5 e A6 respectivamente, descrevem de forma errada também, que “o metal tende a perder elétrons para o ar atmosférico” e “O agente responsável pela corrosão são as reações de oxirredução”. Pode-se perceber ainda, que os educandos não se atentaram a detalhar pontos, como: o fenômeno da maresia; a atuação do metal como agente redutor e condutor dos elétrons; a importância da ponte salina para permitir a migração de cargas iônicas entre o sistema (acelerando e facilitando a oxidação); e a reação do ferro metálico procedido em etapas, passando de ferro metálico para ferro (II), depois ferro (III) e finalmente se ligando ao oxigênio para formar a ferrugem (óxido de ferro III).

No questionário inicial, os alunos demonstraram também, muita dificuldade para explicar o processo de produção das joias banhadas a ouro. Apenas os alunos que tinham estudado conteúdo de eletroquímica, sabiam que se tratava de um processo eletrolítico (eletrolise), contudo, com menos intensidade e exatidão, apresentaram os fundamentos químicos por trás da eletrolise. Por sua vez, ao serem perguntados novamente sobre esse processo, as respostas apresentadas foram as seguintes:

P: Explique com suas palavras como funciona o processo de eletrolise.

A1: Dois metais, o ânodo e o cátodo, são colocados em recipientes com água

ligados por uma ponte salina, juntamente com uma corrente elétrica. Assim, ocorre uma reação de oxirredução, onde os elétrons do ânodo e do cátodo são compartilhados através da ponte salina, sendo que o ânodo doa elétrons e o cátodo recebe elétrons.

A2: Ao adicionar um ânodo e um cátodo juntos na água serão ligados por meio de uma ponte salina e uma corrente elétrica. Dessa forma irá ocorrer a oxirredução com compartilhamento de elétrons entre ânodo e cátodo pela ponte salina, sendo que, o ânodo transfere elétrons para o cátodo.

A3: É a reação química formada pela passagem de uma corrente elétrica.

A4: Usa-se uma fonte de energia (pilha ou bateria) para gerar uma reação química que produz substâncias. Utiliza-se de uma descarga elétrica para forçar a reação de oxirredução, o cátion irá reduzir e o ânion oxidar de forma não-espontânea.

A5: É um processo onde se utiliza uma energia elétrica qualquer, que força para que haja uma ocorrência de uma reação química, que irá produzir substância simples ou compostas que são encontradas em pouca quantidade na natureza, ou até mesmo que não são encontradas.

A6: Eletrólise é um processo químico que não é exatamente espontâneo, que é provocado pela corrente elétrica. Esse processo meio que se baseia na passagem de uma corrente elétrica sobre um sistema que contém líquido com presença de íons.

Como observado pelas respostas, a maior parte dos alunos menciona a definição de pilhas e não da eletrólise. Os alunos A1 e A2 mencionam erroneamente que os elétrons são compartilhados através da ponte salina. A ponte salina tem a função de permitir o intercâmbio de íons entre as semicélulas da pilha, permitindo neutralizar o excedente de cargas formadas a partir das reações de oxirredução, mantendo a pilha em funcionamento. Os elétrons estão presentes no fio condutor e nas interfaces das superfícies dos metais e não na solução. Nas soluções estão presentes os íons das espécies químicas reacionais. O termo “ponte salina” foi citado mais de uma vez, entretanto está relacionado às pilhas.

O aluno A2 menciona que o cátodo e ânodo devem estar na água. Provavelmente o aluno deve ter lembrado no tipo de eletrólise aquosa, entretanto, deve-se ter uma substância iônica dissolvida na água. Os demais termos

mencionados são referentes à pilha e não à eletrólise. Aluno A3 não mencionou o fato de não ser espontânea e nem que a reação tem que ser do tipo oxirredução.

O aluno A5 menciona que a eletrólise irá produzir substância simples ou composta que são encontradas em pouca quantidade na natureza, ou até mesmo que não são encontradas. Provavelmente o fato de a eletrólise ser realizada de forma não-espontânea pode ter levado o aluno a relacionar que o produto ou resultado do processo não seria algo comumente encontrado na natureza. Ou seja, o que seria “forçado” não estaria facilmente disponível. Já o estudante A6 menciona “sistema que contém líquido com presença de íons”, provavelmente deve estar se referindo que pode ser tanto eletrólise aquosa ou ígnea.

Segundo DINIZ (2019, p. 27-28), existem algumas dificuldades intrínsecas à própria disciplina, como:

[...] (a existência de três níveis de descrição da matéria, o caráter evolutivo dos modelos e teorias, a ambiguidade da linguagem em relação aos níveis descritivos, etc.); o pensamento e os processos de raciocínio dos estudantes (a influência da percepção macroscópica na análise do mundo microscópico, a tendência a utilizar explicações metafísicas de tipo teológico ou finalista em lugar de explicações físicas, etc.); o processo de instrução recebido (a apresentação de forma pronta e acabada dos conceitos e teorias, a não explicitação dos diferentes níveis de formulação dos conceitos, uso inadequado da linguagem, etc).

Nota-se a partir desse pensamento, uma série de fatores e condutas, que tornam o conteúdo complexo, dificultando sua apropriação por parte do aluno. Para a eletrólise, percebe-se que tanto no início das aulas, quanto no final, os educandos continuaram com dificuldades para explicar esse processo, confundindo a célula voltaica (pilha) com a célula eletrolítica (eletrólise), os componentes utilizados na eletrólise, a espontaneidade das reações em cada sistema, os produtos formados nessas reações e a necessidade da energia elétrica para o funcionamento desse sistema. O aluno A4 dentre os demais, descreveu com maior precisão o processo eletrolítico, diferenciando a utilização da energia, as reações de oxirredução forçadas e a não espontaneidade dessas reações.

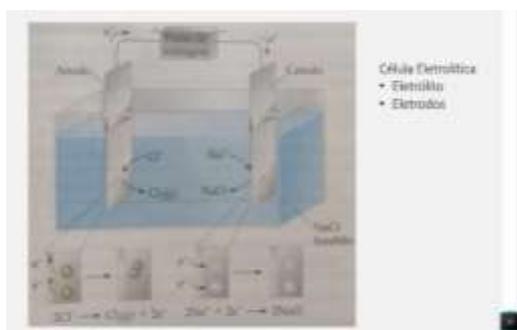
Esse conteúdo foi trabalhado em duas aulas síncronas, discutindo-se os dois tipos de eletrólise (ígnea e em solução aquosa) e suas respectivas aplicações. Para isso, foram utilizados *slides* com imagens, equações e termos, além de um *software* educativo sobre o processo de galvanização, com o objetivo de facilitar a

compreensão dessa temática e superar problemáticas como as apontadas por DINIZ (2019, p. 27-28). Exemplos de alguns slides utilizados nas aulas síncronas podem ser vistos na Figura 15.

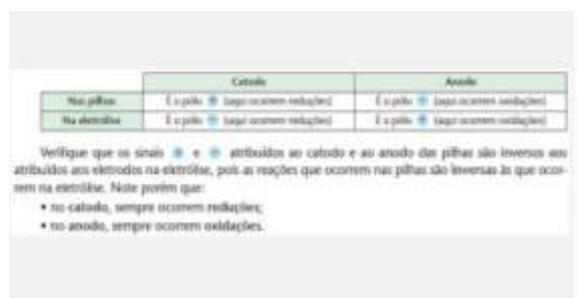
Na maior parte das aulas, os alunos tinham como referência a célula voltaica. Em contrapartida, ao estudarem a eletrólise, se depararam com um mecanismo diferente das pilhas, entretanto, com alguns fundamentos semelhantes. Tanto a célula voltaica quanto a eletrolítica, funcionam a partir de reações de oxirredução, onde o ânodo sofre oxidação e o cátodo a redução. Contudo, as posições desses dois eletrodos são diferentes em cada sistema, bem como a espontaneidade das reações, o princípio de aplicação e funcionamento, e os componentes necessários para cada célula eletroquímica.

Levando em consideração a semelhança, complexidade, regras, componentes e reações químicas para a eletrólise, percebe-se que esse conteúdo demanda mais tempo e atenção por parte do professor. Desta forma, como esse conteúdo foi aplicado em apenas duas aulas (devido ao pouco tempo que os alunos tinham para se dedicar ao projeto), resumindo ao máximo o conteúdo (para atender ao cronograma das aulas) e sem sua aplicação em outras atividades (lista de exercício, experimentos e projetos), os alunos permaneceram com dúvidas a respeito dos sistemas eletrolíticos, refletindo as respostas que apresentaram no questionário final.

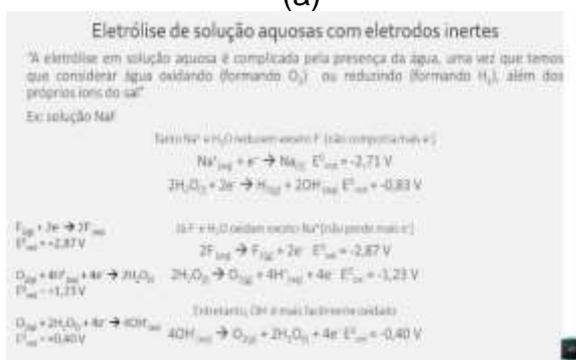
Figura 15: Exemplos de slides utilizados nas aulas síncronas: a, b, c, d, e) Eletrólise ígnea e em solução aquosa, e, f) *software* sobre galvanização.



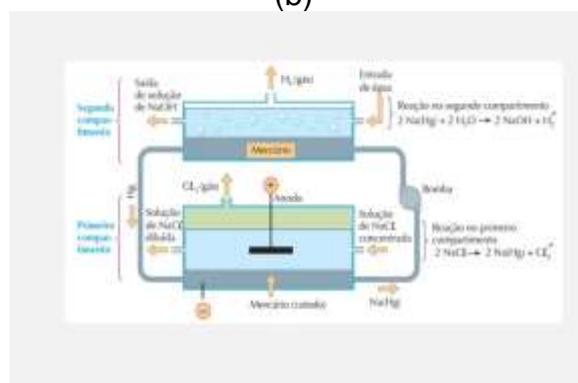
(a)



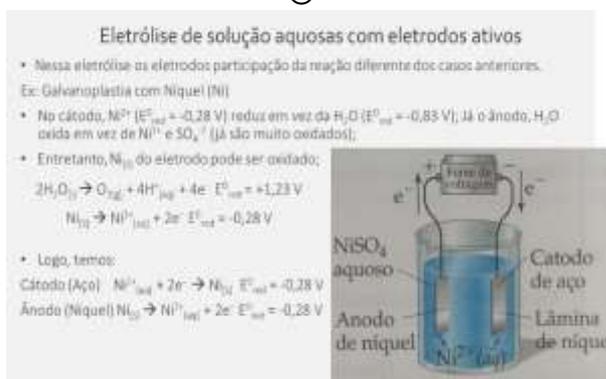
(b)



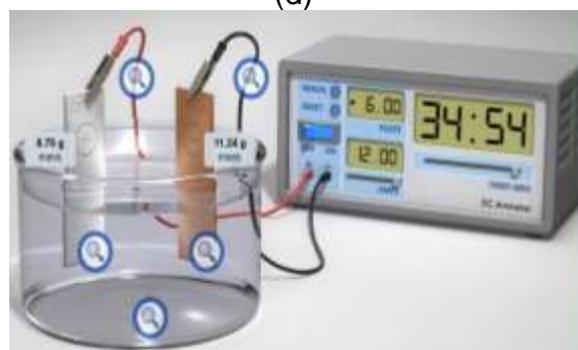
(c)



(d)



(e)



(f)

Apesar dos estudantes terem utilizado alguns termos de forma errônea, o interessante é que tais termos não tinham sido mencionados por eles no primeiro questionário.

Bocanegra (2010), em seu trabalho de dissertação, avaliou os aspectos conceituais e epistemológicos do tema eletroquímica em livros didáticos e mencionou também que existem muitos trabalhos (GARNETT e TREGUST, 1992, 1992^a; OGUDE e BRADLEY, 1994 e SANGER e GREENBOWE, 1997) que envolvem a

descrição das concepções distorcidas dos estudantes do Ensino Médio tais como: ânions na ponte salina e no eletrólito transferem elétrons do cátodo para o ânodo; elétrons entram na solução a partir do cátodo e fluem pela solução e pela ponte salina saindo no ânodo para completar o circuito. Para os pesquisadores, essas concepções estão também presentes no ideário dos alunos e são resistentes a qualquer tipo de mudança.

Voltado a perspectiva dos alunos a respeito da eletroquímica em seus cotidianos, os discentes relataram:

P: Em quais atividades do seu cotidiano estão presentes fenômenos relacionados à eletroquímica? Cite exemplos.

A1: Nas pilhas e baterias dos meus eletrônicos e na oxidação dos metais dos instrumentos das estruturas.

A2: Em eletrônicos que utilizam baterias ou pilhas

A3: Muitas, pilhas, celulares, computadores, baterias, no ferro que enferruja, etc.

A4: O uso da pilha no controle, a formação de ferrugem em um portão, marca-passo em pessoas, etc.

A5: O uso do aparelho celular, pois nele há a presença da bateria.

A6: Ferrugem, controle de TV, pilha, fabricação de semijoias, marca passo.

Pelas respostas pode-se verificar que a maioria dos alunos deu exemplos de objetos e dispositivos e não exatamente das atividades ou fenômenos relacionados à eletroquímica. Porém, os itens citados por eles envolviam reações redox. Os mais citados foram as pilhas e baterias.

Os alunos foram perguntados ainda, sobre os componentes presentes na pilha (ânodo, cátodo, ponte salina, etc.) e a função de cada um deles (ceder e receber elétrons, migração e neutralização de íons, etc.). Das respostas obteve-se:

P: Quais são os componentes presentes em uma pilha galvânica? Qual a função de cada um desses componentes?

A1: O ânodo, o cátodo e a ponte salina. O ânodo atua como agente redutor, doando elétrons para o cátodo. O cátodo, como dito antes, recebe os elétrons e é o agente oxidante. A ponte salina permite a movimentação dos elétrons entre o cátodo e o ânodo.

A2: Ânodo, cátodo e ponte salina. O ânodo é um agente redutor que doa elétrons para o cátodo. O cátodo é o agente oxidante que recebe elétrons. A ponte salina realiza essa transferência de elétrons entre o cátodo e o ânodo.

A3: Anodo, perda de elétrons e Catodo, ganho de elétrons

A4: Só lembro que os reagentes são o ferro (que oxida) e o cobre (que reduz).

A5: São formadas por dois eletrodos, que são responsáveis pela reação de redução, e um eletrólito que é responsável pela oxidação e ponte salina (solução que é condutora de íons).

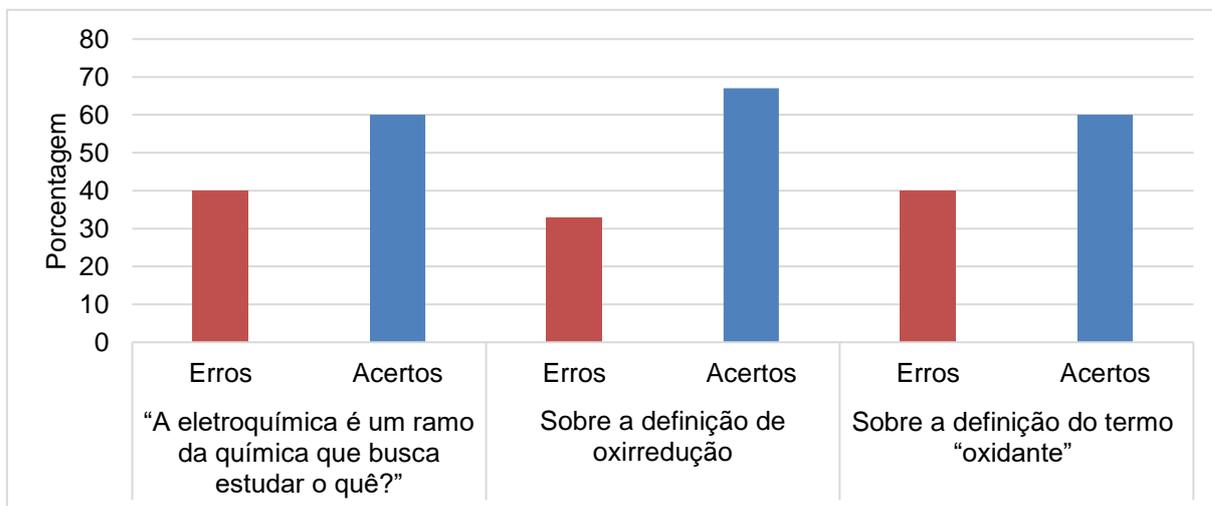
A6: Pra sincera eu só lembro que ferro se oxida e o cobre se reduz.

Neste ponto, caracteriza-se um conjunto heterogêneo de respostas. Os componentes principais da pilha são a ponte salina, os eletrodos (ânodo e cátodo) e as espécies químicas que participam da reação (iônicos e metálicos). Todavia, fica evidente que cada aluno não conseguiu expressar todos esses componentes, discutindo-os, de forma isolada e em alguns casos com a definição errada, tais como: “A ponte salina permite a movimentação dos elétrons entre o cátodo e o ânodo”; “ferro (que oxida) e o cobre (que reduz)”; e “um eletrólito que é responsável pela oxidação”.

Os alunos A1 e A2 fazem a menção da ponte salina ser responsável pela transferência dos elétrons entre o cátodo e o ânodo. Na verdade, a ponte salina permite a movimentação de íons e não de elétrons. A função da ponte salina é manter a neutralidade elétrica da solução eletrolítica, controlando o transporte de espécies químicas – cátions e ânions – e assim permitindo o funcionamento da pilha galvânica.

As questões de cunho fechado, por sua vez, buscaram analisar o pensamento dos alunos a respeito do objetivo de estudo da eletroquímica, a definição do termo oxirredução e oxidante. Para tais, observa-se:

Figura 16: Porcentagem de erros e acertos para as seguintes perguntas: P4: “A eletroquímica é um ramo da química que busca estudar o quê?”, P5:” Sobre a definição de oxirredução, escolha a alternativa correta” e P6: “Sobre a definição do termo “oxidante” escolha duas alternativas que estejam corretas”



Diferente do questionário anterior, aqui os alunos tiveram um percentual maior de acertos em todas as perguntas demonstrando que mais de 50% dos educandos sabiam identificar a definição para o termo oxidante, para oxirredução e o foco de estudo da eletroquímica. Percebe-se de forma geral, que houve uma melhora na concepção dos discentes a respeito da temática, principalmente no que diz respeito às características das espécies que oxidam e reduzem, ao agente oxidante e redutor, a reatividade dos metais e a produção de energia elétrica pelas reações de oxirredução.

No ensino remoto, por mais que aconteça a interação virtual em tempo real entre alunos e professores, todos estão em locais diferentes. Desta forma, mesmo que o professor estimule a participação dos alunos nas aulas e proponha metodologias alternativas de ensino, o discente ainda assim, deve dispor de disciplina e uma autonomia para com os seus estudos, buscando participar nas aulas, propor discussões, buscar novos conhecimentos e experiências, além de uma rotina de estudos, assumindo esse compromisso durante todo o processo educativo (GOTTARDI, 2015).

Percebe-se neste caso, que o ensino remoto exige a autonomia do aluno. Contudo, durante o desenvolvimento das aulas, esse compromisso não foi assumido por alguns discentes, refletindo as dificuldades e as argumentações que apresentaram nos questionários. O desestímulo e a apatia desses alunos, os impediram de

aproveitar as propostas pedagógicas, fazendo-os ter uma experiência tradicional e desconecta do conteúdo eletroquímico.

Os alunos A1, A2 e A3 (Grupo 1), por exemplo, tinham uma maior experiência como conteúdo de eletroquímica, contudo, nota-se que cada um apresentou um rendimento diferente a partir da análise dos questionários. Em comparação a oxidação dos metais (corrosão do ferro), o processo de eletrólise aplicado a galvanização (banho de ouro) e os componentes das pilhas, os alunos A1 e A2 (dentre os três participantes), demonstraram uma maior estabilidade informacional, detalhando e explicando com maior precisão e exatidão, esses conceitos, assim como pode ser visto respectivamente na fala de ambos:

A1: A estrutura de metal enferruja por ter oxidado. Ao entrar em contato com oxigênio, as moléculas do ferro trocam elétrons com o gás, fazendo com que o O_2 se ligue a ele.

A1: Os sais minerais diluídos na água juntamente com o oxigênio da atmosfera. Os sais formam uma ponte salina entre o metal e o oxigênio do ar, fazendo com que ambos troquem elétrons, sendo que o metal oxida e o oxigênio reduz.

A2: Pois o metal é oxidado. Quando o ferro é disposto em contato com o oxigênio ocorre a troca de elétrons entre eles (ferro e oxigênio) onde irá ocorrer a ligação com o O_2 e produzir o hidróxido de ferro.

A2: Os sais minerais diluídos na água com o oxigênio. Os sais irão formar uma ponte salina entre o metal e o oxigênio do ar, realizando a troca de elétrons, onde o metal oxida e o oxigênio reduz.

A3: o metal sofre oxidação, reação que pode ser evitada por meio da Galvanização ou Galvanoplastia.

A3: O sal presente na água e maresia do mar, os íons presentes na água do mar e maresia formam uma ponte salina, possibilitando o fenômeno de oxirredução entre o oxigênio do ar e os metais expostos a esses ambientes.

A1: Galvanização. Ela é feita por colocar dois metais em um meio líquido e depois aplicar uma carga elétrica nesse meio... por oxidação e redução.

A2: Fenômeno da galvanização para evitar a formação de hidróxido de ferro. Esse fenômeno ocorre da seguinte maneira: são colocados dois metais em

meio líquido e em seguida dispostos a uma carga elétrica o que acaba causando ligações de elétrons entre os metais por via da oxidação e redução.

A3: Eletrólise, ocorre por meio de um banho em uma solução iônica e a exposição a um cátodo ou ânodo.

A1: O ânodo, o cátodo e a ponte salina. O ânodo atua como agente redutor, doando elétrons para o cátodo. O cátodo, como dito antes, recebe os elétrons e é o agente oxidante.

A2: Ânodo, cátodo e ponte salina. O ânodo é um agente redutor que doa elétrons para o cátodo. O cátodo é o agente oxidante que recebe elétrons. A ponte salina realiza essa transferência de elétrons entre o cátodo e o ânodo.

A3: Ânodo, perda de elétrons e Cátodo, ganho de elétrons.

O aluno A1 teve também, um maior número de acertos para as questões fechadas, respondendo corretamente às questões 1 e 3 da Figura 14 e questões 5 e 6 da Figura 16. O aluno A3 por sua vez, respondeu corretamente às questões 2 e 5 (Figuras 15 e 16, respectivamente). Fica assim evidente, uma discrepância no desempenho e no conhecimento dos dois alunos; realidade esta, que reflete a pouca participação que o aluno A3 apresentou durante os encontros, permanecendo em silêncio nos debates e faltando boa parte das aulas (principalmente nas tiveram apresentações sobre a pilha, eletrólise e as reações de oxirredução). O aluno A1 e A2, entretanto, tiveram um maior envolvimento, perguntando, respondendo e discutindo o conteúdo de eletroquímica.

Os alunos A4, A5 e A6 por sua vez, tiveram rendimentos diferentes também. No início do conteúdo, os discentes possuíam uma homogeneidade informacional, apresentando conceitos semelhantes, com o mesmo nível de dificuldade, confusão conceitual e detalhamento. Contudo, a partir das aulas, pode-se perceber principalmente para os discentes A4 e A6, um avanço conceitual maior, com mais detalhes e com certo aporte teórico, assim como pode ser visto na explicação que cada um deu para o processo de corrosão do ferro metálico e da eletrólise:

A4: A reação de oxirredução. Essa corrosão ocorre quando o ferro (agente redutor) é oxidado pelo oxigênio (agente oxidante), produzindo óxido de ferro (ferrugem).

A6: O agente responsável pela corrosão são as reações de oxirredução. Isso ocorre quando um material catodo e um material anodo estão no mesmo ambiente, com muita umidade e um condutorelétrico, e nesse processo o anodo perde seus elétrons para o catodo, e este processo de perda de elétrons causa a corrosão do material anodo, assim ele apresenta características como perda de massa e surgimento de impurezas na superfície do metal e assim se forma a ferrugem.

A4: Usa-se uma fonte de energia (pilha ou bateria) para gerar uma reação química que produz substâncias. Utiliza-se de uma descarga elétrica para forçar a reação de oxirredução, o cátion irá reduzir e o ânion oxidar de forma não-espontânea.

A6: Eletrólise é um processo químico que não é exatamente espontâneo, que é provocado pela corrente elétrica. Esse processo meio que se baseia na passagem de uma corrente elétrica sobre um sistema que contém líquido com presença de íons.

Desta forma, o aluno A5, assim como o A3, tiveram pouca participação durante os encontros, além de faltarem a maior parte dos encontros síncronos, refletindo as dificuldades nos questionários. Se for comparado também com as questões de múltipla escolha, o aluno A5 teve um número muito menor de acertos (apenas a questão 4), já os discentes A4 e A6, acertaram respectivamente as questões seguintes 2, 4, 5 e 6, e 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Segundo Piaget, o conhecimento não está no sujeito, muito menos no objeto-meio, mas sim, decorrente das interações contínuas entre ambos. Para ele, a inteligência se relaciona com a aquisição de conhecimento ao nível que sua função estrutura a interação entre o sujeito-meio. Desta forma, para Piaget, todo pensamento se origina na ação, e para conhecer a origem das operações intelectuais é imprescindível observar as experiências entre o sujeito e o objeto (FERRACIOLI, 1999).

Destaca-se ainda, que a construção do conhecimento se dá a partir de três ideias fundamentais: o aluno é o responsável por sua aprendizagem; no ambiente escolar, o conhecimento que já foi elaborado tem que ser reconstruído pelo aluno; e o professor tem o papel de orientador nesse processo de reconstrução do conhecimento (TREVISIO; ALMEIDA, 2014).

Verifica-se a partir desses pensamentos, a importância da interação entre o discente (sujeito) com o objeto (conteúdo, situação problema, tema gerador e estímulos educacionais) para a aquisição de conhecimento. O aluno deve assumir um papel ativo em seu processo de ensino, para que assim, possa adquirir experiências que contribuam para a construção e reconstrução do seu conhecimento. Em uma avaliação geral, essa perspectiva se aplicou para os alunos A1, A2, A4 e A6, uma vez que tiveram uma participação mais ativa durante as aulas, discutindo e questionando cada conteúdo, construindo e reconstruindo novos saberes e experimentando novas perspectivas de aprendizagem, como os *softwares* e o experimento virtual.

Neste caso, foi possível perceber que esses alunos conseguiram diferenciar as espécies químicas que oxidam e reduzem, a presença da eletroquímica em situações do dia a dia (como a oxidação do ferro), a aplicação da eletrólise, o objetivo de estudo da eletroquímica e a produção de energia elétrica pelas reações de oxirredução.

Acredita-se que o ensino emergencial sobrecarregou os alunos e os professores de forma geral, devido a abrupta mudança no sistema de aulas, que por sua vez, interferiu na estrutura psicológica, pessoal e escolar dos alunos, desestimulando a participação e o empenhos nas aulas (do próprio Ensino Médio) e neste trabalho de pesquisa. Conseqüentemente, assim como observado nos questionários, os alunos demonstraram possuir dificuldades de compreensão para algumas características sobre a eletroquímica, principalmente para as diferenças entre pilha e a eletrólise, conceitos estes que permanecem confusos para os alunos.

Outras dificuldades foram evidenciadas pelos próprios alunos em suas falas:

P: Durante a realização do conteúdo de eletroquímica você teve algum tipo de dificuldade em compreender o conteúdo ministrado? Comente.

A1: Sim. Essa matéria se mostrou naturalmente complicada, apesar disso, como em qualquer outra matéria, a explicação ajuda em seu entendimento.

A2: Sim. Tive certa dificuldade, mas com as aulas ministradas deu para compreender bem.

A3: Não.

A4: Sim. Tive problemas com o foco nas aulas e com as contas, por dificuldades que já tenho em matemática.

A5: Não, apenas o conteúdo que é meio chatinho de se estudar, porém o aluno explica muito bem.

A6: Fiquei confusa no processo de balanceamento de equação, tirando isso tá tranquilo.

Somente o aluno A3 respondeu não ter dificuldades com a temática. Os demais mencionam dificuldades principalmente na parte que envolve cálculos. O aluno A1 descreve a Eletroquímica como “naturalmente complicada”. Segundo Bragança (2013) independentemente do nível de ensino, se na educação básica ou no nível superior, a eletroquímica tem sido assumida como uma parte da química de extrema complexidade para ser ensinada e aprendida.

Piaget entende que o desenvolvimento do sujeito (meio que diz respeito à totalidade das estruturas do conhecimento), é o processo essencial para dar suporte a aquisição de cada nova experiência de aprendizagem, e não vice-versa. Para ele, aprendizagem é a aquisição de um novo e específico conhecimento surgido a partir do estímulo gerado pelo meio, e essa aprendizagem se dá a partir das estruturas do desenvolvimento da inteligência, que corresponde a todas as estruturas do conhecimento que o sujeito construiu (FERRACIOLI, 1999).

Como inúmeros trabalhos confirmam a efetividade da utilização de *softwares* educativos de simulação (GOMES, 2017; MACHADO, 2016) e os experimentos no ensino de química (ANDRADE e ZIMMER 2021; FRAGAL et al., 2011; LIMA e MARCONDES, 2005; PINHEIRO; PESSOA-JÚNIOR; ARAÚJO, 2015; SANJUAN et al., 2009), acreditamos que as experiências adquiridas pelos alunos durante o desenvolvimento deste trabalho, serviram para que os alunos construíssem novas estruturas cognitivas a respeito do conteúdo eletroquímico, experiências estas, que potencializaram o desenvolvimento intelectual dos alunos, servindo assim como defendido por Piaget, para que os discentes tenham novas aprendizagens a partir dessas estruturas construídas.

Para Piaget esse processo de construção deve ser conduzido continuamente, como um edifício, que a cada andar torna a estrutura total mais sólida (TREVISO; ALMEIDA, 2014). Essa analogia confirma ainda mais que as experiências adquiridas pelos alunos nesse trabalho, contribuíram para a construção do conhecimento por

cada um, bem como na consolidação de um alicerce para a construção de um novo andar ou uma nova estrutura cognitiva.

Essa realidade fica evidente ainda, a partir da fala dos alunos a respeito da utilização dos simuladores e do experimento virtual como forma de aproximação e interação do conhecimento, potencializando esse processo:

P-A utilização do experimento virtual e o uso do *software* educativo de simulação facilitou para você compreender de forma mais clara o conteúdo abordado? Comente.

A1-Sim. Esse método de educação funciona efetivamente, quase tanto quanto uma aula presencial.

A2-Sim. Deixa mais prático e real, mostrando todos os pontos. A3-Foi o suficiente. Bem ministrado, e gerido.

A4-Sim, ver como funciona mais ou menos os experimentos, mesmo que virtualmente ajudou bastante.

A5-Sim, foi um pouquinho mais “prático”, me ajudou a compreender o conteúdo.

A6-Sim, achei bem interessante esse meio de ensino ele facilitou bastante a minha compreensão.

No trabalho de FREIRE; SILVA-JÚNIOR; SILVA, (2011) os erros mais comuns que eles observaram foram atribuídos à ponte salina. Outros trabalhos mencionam também a mesma dificuldade (SANGER e GREENBOWE, 1997; LIN *et al*, 2002).

Contudo, conforme observado, mesmo relatando dificuldades sobre o conteúdo de eletroquímica, todos mencionam de forma positiva a utilização de *softwares* para simulação e o experimento virtual, uma estratégia que assim como descrito pelos alunos, “funciona efetivamente, quase tanto quanto uma aula presencial”, “Deixa mais prático e real”, “mais “prático”, me ajudou a compreender o conteúdo” e “achei bem interessante esse meio de ensino ele facilitou bastante a minha compreensão”.

Essa aprovação por parte dos alunos traduz uma realidade que muitos trabalhos têm apresentado quanto a utilização da experimentação problematizadora e os *softwares* educativos de simulação no ensino de química.

A experimentação problematizadora tem por intuito, estabelecer um diálogo entre o aluno e o conhecimento, permitindo que o mesmo elabore e ponha à prova suas hipóteses, indagações e curiosidades. Esse processo por sua vez necessita principalmente da interação entre aluno, professor e os fenômenos em discussão (LINS, 2016).

O professor assim como discutido por LINS (2016, p. 38), tem um papel muito definido nesse processo:

O professor para com seus alunos tem apenas a função de elaborar a chamadas situações problema por meio das explicações obtidas a partir dos alunos, tendo a capacidade de chamar a atenção dos mesmos e atribuindo entendimentos diferentes ao dos alunos, instigando possíveis informações, para que assim possa encontrar aquela que mais se aproxima da resposta crítica do fenômeno exposto. O objetivo é elaborar juntamente com o aluno um conhecimento mais acentuado, distanciando-o daquele prevalente, formulando questionamentos que os alunos não formulem e assim problematizar e elaborar as soluções que o novo aprendizado tem a eles proporcionado.

Diante desse pensamento, percebe-se que o educador deve intermediar e instigar as discussões com os alunos, sempre fazendo-o repensar seus conceitos e elaborar novos para entender e explicar os fenômenos em discussão. Nesta perspectiva, a experimentação problematizadora, além de criar um instante pedagógico para essa ferramenta ser aplicada e utilizada no ensino de eletroquímica, também permitiu por meio dos momentos pedagógicos de Delizoicov, criar alguns alicerces necessários para a concepção de mundo para os alunos.

6.4 REFLEXÕES SOBRE OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

O primeiro momento pedagógico foi caracterizado pela apresentação das situações de conhecimento e necessidade para os alunos que se relacionam com os temas e teorias envolvidos na situação em discussão. Neste momento, problematiza-se os conhecimentos expostos pelos discentes, sendo o professor, o responsável por questionar esses posicionamentos, fomentando discussões das respostas dos educandos, alimentando explicações contraditórias e localizando possíveis limitações no conhecimento expressado, a fim de que o aluno sinta a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV, 2005). Neste ponto, o professor não disponibiliza as explicações teóricas aos educandos, mas sim,

problematiza as observações dos mesmos, estimulando-os a construir sistematicamente as respostas, reconhecendo a necessidade de novos conhecimentos para interpretar os resultados (FRANCISCO-JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Essa ação, por sua vez, trouxe um grande impacto no desenvolvimento das aulas de eletroquímica, principalmente na aplicação do vídeo. Mesmo os alunos que haviam estudado o conteúdo, não conseguiram expressar de forma clara e direta, o experimento realizado no vídeo. Desta forma, essa etapa da experimentação problematizadora, permitiu incitar nos alunos, a necessidade de adquirir novos conhecimentos para interpretar os fenômenos discutidos, incentivando a participação dos mesmos nos demais encontros.

No segundo momento (organização do conhecimento), os conhecimentos necessários para a compreensão da temática discutida na problematização inicial são sistematicamente estudados sob a orientação do professor, a partir da utilização de variadas atividades empregadas para desenvolver a conceituação científica fundamental, a fim de permitir compreensão técnica das situações que estão sendo problematizadas (DELIZOICOV, 2005).

Por sua vez, esse momento configurou o restante das aulas desenvolvidas por este trabalho para o conteúdo eletroquímico, permitindo construir novos conhecimentos com os alunos, reconstruir os já existentes, desenvolver atividades potencializadoras como os *softwares* educativos e trazer curiosidades e relações com o cotidiano dos alunos. Essa etapa foi fundamental para que os entendessem o contexto e a abrangência de estudo da eletroquímica, assim como sua importância e impacto nas atividades cotidianas.

O simulador utilizado permitiu editar diferentes configurações de células voltaicas, variando e invertendo o tipo de eletrodo, soluções e sentido do fluxo de elétrons. Além da variação dos componentes da pilha, o *software* permitiu também, analisar as reações de oxidação e redução a nível molecular, esquematizando a interação dos átomos e íons, a movimentação dos elétrons e as alterações físicas e químicas ocorridas com o proceder das reações como apresentado nas Figuras 2 e 3 da metodologia.

Já o terceiro momento (aplicação do conhecimento) destinou-se a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno tanto para

analisar e interpretar as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações, que mesmo não estando ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Do mesmo modo, o aluno deve ser levado a empregar esses conhecimentos em outros contextos, uma ação que pode ser desenvolvida por diferentes atividades que estimulem as informações adquiridas pelos alunos, mas que ao mesmo tempo insira novas problemáticas nesse processo, contribuindo ainda mais para o seu desenvolvimento (DELIZOICOV, 2005).

O quarto encontro no *Google Meet* foi caracterizado por aulas descontraídas, se relacionando muito bem com o cotidiano dos alunos, permitindo que os mesmos pudessem entender o funcionamento das pilhas que utilizam em casa, saber qual é a diferença entre uma pilha e uma bateria, compreender como se dá o processo de carregamento das pilhas e problematizar os impactos do processo de corrosão dos metais na sociedade e na vida cotidiana.

A última etapa foi estimulada pelo questionário final, desenvolvido com temáticas semelhantes ao discutido no questionário inicial, contudo com aplicações em contextos diferentes: banho de joias versus eletrólise; oxidação do ferro versus maresia; pilha comercial ou célula galvânica, etc. Esse momento, entretanto, contribuiu também para algumas das problemáticas discutidas anteriormente, principalmente em relação à confusão que os alunos demonstraram para os conceitos e características da pilha e da eletrólise. Esse último tema, assim como já discutido, foi desenvolvido em poucas aulas devido ao estreito cronograma e disponibilidade dos alunos, e frente a sua semelhança em alguns pontos com as células voltaicas, os alunos permaneceram com dificuldades.

Acredita-se desta forma, que se os alunos tivessem a oportunidade de desenvolver outras atividades além do questionário final, que aplicassem os conhecimentos discutidos em aula, como outros experimentos, lista de exercícios, projetos de pesquisa e extensão, os alunos teriam mais tempo para internalizar, diferenciar e vincular com mais clareza, esses conhecimentos. De toda forma, mesmo com as dificuldades inerentes ao próprio conteúdo, a abrupta mudança para o ensino emergencial, as propostas de Delizoicov, foram de fundamental importância para organizar o desenvolvimento das aulas e do conteúdo, bem como incorporar as outras propostas metodológicas e estimular a participação dos alunos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre outras reflexões que são consideradas de suma importância estão as voltadas ao cenário pandêmico que provocou grandes mudanças nas formas de ensino.

Há 20 anos, Moran (2000, p. 29) mencionou que: “as tecnologias podem trazer, hoje, dados, imagens, resumos, de forma rápida e atraente. O papel do professor – o papel principal - é ajudar o aluno a interpretar esses dados, a relacioná-los, e a contextualizá-los”.

Assim, para a utilização de diferentes objetos de aprendizagem bem como uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, os professores precisam estar sempre inovando e buscando novas estratégias de ensino bem como refletir sempre sobre suas práticas pedagógicas.

Moran é um educador e *designer* de ecossistemas inovadores na Educação e, em um artigo mais recente denominado: “O Ensino Híbrido: emergência ou tendência?”, disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2021/03/emergencia.pdf>>, menciona que a separação entre os espaços físicos presenciais diminuiu e que, devido ao cenário pandêmico, várias propostas híbridas, flexíveis e personalizadas de ensino-aprendizagem surgirão. Entretanto, ele menciona que o Ensino híbrido ainda não é reconhecido pelo MEC e que essa hibridização acontecerá de forma progressiva tendo como foco a aprendizagem ativa. Porém, acrescenta ainda que está longe de ser viável para a maioria, no curto prazo devido às precárias infraestruturas, ao fato de professores trabalharem em mais de um local e, ainda, terem famílias que preferem o sistema tradicional de ensino.

Ainda sobre “A culpa não é do online - *Contradições na educação evidenciadas pela crise atual*”, Moran (2021, p. 1) menciona:

“O problema não está no *online*; está na falta de autonomia na formação de cada estudante, na deficiência de domínio das competências básicas (saber pesquisar, analisar, avaliar...) e também na gestão paternalística das aulas, da forma de ensinar: Tudo é dado pronto, como receita fechada, prato feito, com pouca autonomia, participação e envolvimento dos aprendizes”.

Tal ponto mencionado acima sobre a deficiência de domínio das competências básicas é de suma importância e está de acordo com uma reportagem publicada pela BBC News - Brasil em 31 de maio de 2021 com o título: 'Nativos digitais' não sabem

buscar conhecimento na internet, diz OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico) ” disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-57286155>. Segundo a reportagem, no Brasil apenas um terço (33%) dos estudantes foi capaz de distinguir fatos de opiniões em uma das perguntas aplicadas no Pisa (*Programme for International Student Assessment*) que é o Programa Internacional de Avaliação de Alunos. A Pandemia "aumentou a urgência de se lidar com esse tema (da alfabetização digital). Também aumentou o ímpeto entre crianças, professores e formuladores de políticas públicas para apoiar (a formação) de leitores do século 21", diz OCDE. Acrescenta ainda que o isolamento social provocado pela COVID-19, fez com que parte significativa do processo educacional migrasse para a internet, aumentando a urgência de se lidar com o tema da alfabetização digital.

Apesar do baixo número de participantes no presente projeto, podemos afirmar que, de forma geral, os objetivos foram alcançados. Foi possível fazer a contextualização do conteúdo nos encontros síncronos e a aplicação tanto da experimentação problematizadora, que foi baseada na apresentação de vídeos, quanto dos *softwares* educativos de simulação utilizados, obtendo uma avaliação positiva pelos alunos.

Com a proposta apresentada foi possível aproximar os fenômenos considerados abstratos e submicroscópicos aos macroscópicos e simbólicos juntamente com os eventos do cotidiano auxiliando, conseqüentemente, à promoção da modificação de visões e conceitos do senso comum.

As questões iniciais problematizadoras estimularam à busca de explicações, e com as aplicações dos questionários foi possível avaliar os conhecimentos prévios e verificar a construção do conhecimento após as intervenções realizadas via remota com uso de *softwares* de simulação de experimentos voltados aos conteúdos de eletroquímica.

Acreditamos que devido ao isolamento social provocado pela pandemia, o ensino em Ambientes Virtuais de Aprendizagem e a utilização de simuladores, vídeos com demonstração de experimentos além de outras atividades realizadas em ambientes síncronos e assíncronos chegaram para ficar, ou seja, é a nova realidade. Assim, cremos que o papel do professor, mais do que nunca, será o de mediador e o

estudante será o de protagonista (ou seja, terá de desenvolver o seu próprio ritmo de estudo autônomo e ter disciplina para efetivar o conhecimento de forma ativa).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. V.; ZIMMER, C. G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. Química Nova na Escola, São Paulo-SP, BR, 2021. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/EEQ-23-20.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

ARTIGAS, N. A. S. Dificuldades apresentadas no ensino de educação à distância. In: EDUCERE - Encontro Nacional de Educação. [S.I.]. Anais eletrônico... Curitiba: PUCPR, 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24812_12508.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. Revista Iberoamericana de Educación, v. 48, n. 2, 2009.

BERTON, A. N. B. A Didática no Ensino da Química. In: EDURECE - Encontro Nacional de Educação. [S.I.]. Anais eletrônico... Curitiba:PUCPR, 2015. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19089_7877.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

BIANCHINI, T. B.; ZULIANI, S. R. Q. A. A investigação orientada como instrumento para o ensino de eletroquímica. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, p. 1–12, 2009.

BOCANEGRA, Carlos Henrique., Aspectos conceituais e epistemológicos do tema eletroquímica nos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM (2007). 137 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilha e Baterias: funcionamento e impactos ambientais. Química e Sociedade, n. 11, 2000. Disponível em: <

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf?agreq=Pilhas%20e%20baterias:&agrep=jbcs,qn,qnesc,qnint,rvq>>. Acesso em: 30 mai. 2021.

BRAGANÇA, Michell Henrique de., Concepções de egressos da licenciatura em Química sobre eletroquímica. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Química. 227 f. Programa de Pós-graduação em Química, Uberlândia, MG, 2013.

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

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação Para Estudar Química. Química Nova, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

Conheça as principais aplicações da Eletroquímica. SENAI, 2016. Disponível em: <<https://www.senaipr.org.br/conheca-as-aplicacoes-da-eletroquimica-2-31193-316124.shtml>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

CUNHA, S. L. S. Reflexões sobre o EAD no Ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, nº 2, p. 151-153, 2006.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia em uma Concepção Integradora. Florianópolis: UFSC, p. 1-13, 2005.

DINIZ, B. P. Experimentação no ensino de células galvânicas utilizando o método JIGSAW. 130 f. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba.

FARIAS, S. C. Os benefícios das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo de educação a distância (EAD). Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da informação, Campinas, SP, v.11, n.3, p.15-29. 2013. Disponível em: <<http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/rbci>>. Acesso em: 14 out.2020.

FERRACIOLI, L. Aspectos da Construção do Conhecimento e da Aprendizagem na Obra de Piaget. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 16, n. 2, p. 180-194, 1999.

FERREIRA, G. R. A. M.; SILVA, D. M. V.; PEREIRA, S. L. P. O. Inclusão de práticas educativas como inserção tecnológica no ensino de ciências da natureza na modalidade EaD. In: 22º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância, 2016, Águas de Lindóia. Anais eletrônicos... São Paulo. Semantic Scholar. 2016.

FOCHEZATTO, A.; CONCEIÇÃO, G. H. A proposta da educação problematizadora no pensamento Paulo Freire. In: IX Seminário de pesquisa em educação da região sul, 2012, Caxias do Sul. Anais eletrônicos... Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1931/926>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

FOSSILE, D. K. Construtivismo *versus* sócio-interacionismo: uma introdução às teorias cognitivas. Revista ALPHA, Patos de Minas: UNIPAM, n. 11, p. 105-117, 2010.

FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P. da.; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. Química Nova na Escola, v. 33, Nº 4, p 216 - 222, 2011.

FRANCISCO-JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. Química Nova na Escola, n. 30, p. 34 - 41, 2008.

FREIRE, M. DA S.; SILVA-JÚNIOR, C. N. DA; SILVA, M. G. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: VIII Encontro Nacional em Educação em Ciências, 2011, Campinas. Anais eletrônico...

Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1150-1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*, v.29, n.2, p. 121-142, 1992.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, v.29, n. 10, p. 1079-1099, 1992a.

GOMES, A. D. S. Uso pedagógico de software de simulação para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conteúdos de eletroquímica no ensino médio. 147 f. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências- Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática- Fortaleza.

GOTTARDI, M. L. A autonomia na aprendizagem em educação a distância: competência a ser desenvolvida pelo aluno. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância: RBAAD*, v. 14, p. 109-123, 2015.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.

GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. A experimentação e a pilha de Daniell numa abordagem demonstrativa-investigativa. *Ciências e Ideias*, v. 9, n. 3, p. 195-212. 2019.

LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais no ensino de química. Reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. extra, p. 1–7, 2005.

LIN, H. S. et al. Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. Proceedings of the National Science Council, v. 12, n. 3, p. 100-105, 2002.

LINS, V. S. A experimentação problematizadora na visão de Delizoicov: aplicabilidade e modelos atômicos. 101 f. 2016. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual da Paraíba.

LUCKESI, C. C. Instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem na Escola: um olhar crítico. 1a ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 38, n. 2, p. 104–111, 2016.

MATTIIE, N.U. Educação em tempos de pandemia: os desafios de alunos e professores. Blog Ensino Digital. [S.l.], 17 set. 2020. Disponível em: <<https://ensino.digital/blog/educacao-em-tempos-de-pandemia-os-desafios-de-alunos-e-professores>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

MARCONDES, M. E. R.; SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H. Conteúdos de eletroquímica e focos de ensino evidenciados por professores de química do ensino médio. In: X Congresso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2017, Caxias do Sul. Anais eletrônicos... Espanha. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/06_84_Conteudos_eletroquimica_e_focos.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. ETD -Educação Temática Digital, v. 7, n. 1, p. 51-63, 2005. Disponível em: <<https://nbnresolving.org/urn:nbn:denamed168-ssoar-103739>>. Acesso em: 15 out. 2019.

MORAN, J.M; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MORAN, J. M. A culpa não é do online- Contradições na educação evidenciadas pela crise atual. Educação Transformadora, 2020. Disponível em:

<<http://www2.eca.usp.br/moran/?p=1506>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MORAN, J. M. O Ensino Híbrido: emergência ou tendência? Gazeta do Povo, 2021. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vozes/educacao-e-midia/o-ensino-hibrido-emergencia-ou-tendencia/>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

MOSSI, C. S.; VINHOLI-JÚNIOR, A. J.; CHAGAS, E. O uso das TDICs como recurso para o ensino de conceitos em eletroquímica. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, [S.I.], Florianópolis, 2017.

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. A Construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, vol. 14, nº 03, 2012.

NEVES, D. V. S. Educação a distância e suas potencialidades na formação de professores: Um estudo de caso. 151 f. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional e Ensino de Ciências Exatas) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu, Universidade do Vale do Taquari. Rio Grande do Sul.

OGUDE, N. A. e BRADLEY J. D. Electrode processes and aspects relating to cell EMF, current, and cell components in operating electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, v. 73, p. 1145-1149, 1996.

OGUDE, N. A. e BRADLEY, J. D. Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, Madison, v.71, n. 1, p. 29-34, Jan.1994.

OLIVEIRA, W. M. Uma abordagem sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem. Inesul, Londrina, p. 01 - 12. 2014.

PEREIRA, D. I. S. Softwares Educacionais no Ensino de Química. 32 f. 2014. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

PINHEIRO, A. F.; PESSOA-JÚNIOR, E. S. F.; ARAÚJO, M. D. de. Software de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem de química no ensino médio. In: XII EDUCERE- Congresso Nacional de Educação, [S.I.]. 2015.

PITANO, S. C. A educação problematizadora de Paulo Freire, uma pedagogia do sujeito social. Inter-Ação, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 87-104, 2017.

PRIMO, A. Avaliação em processos de educação problematizadora online. In: Marco Silva; Edméa Santos. (Org.). Avaliação da aprendizagem em educação online. São Paulo: Loyola, p. 38-49. 2006.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: Uma revisão de literatura publicada. Química Nova, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino: algumas reflexões. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis p. 10. Anais eletrônicos... [S.I.]. 2016.

SALVADOR, P. T. C. DE O.; BEZERRIL, M. DOS S.; MARIZ, C. M. S.; FERNANDES, M. I. D.; MARTINS, J. C. A.; SANTOS, V. E. P. Objeto e ambiente virtual de aprendizagem: análise de conceito. Rev. Bras. Enferm.; v. 70, nº3, p. 599-606, 2017.

SÁ, S. S. A EAD na Universidade: vantagens e desvantagens. In: Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre, v. 1, n. 2. Anais eletrônicos... [S.I.]. 2011.

SANCHIS, I. P.; MAHFOUD, M. Interação e construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo de Piaget. Ciências & Cognição, v. 12, p. 165-177, 2007.

SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J. Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*. v.34, n. 4, p. 377-398, 1997.

SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 190–197, 2009.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, v. 9, n. 7, p. 1–6, 2013.

SANTOS I. M.; ALI, N.; HILL, A. Students as co-designers of a virtual learning commons: results of a collaborative action research study. *JAL* [Internet]. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00991333/42/1>>. Acesso em: 16 out. 2020.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; DE OLIVEIRA, A. P. C.; CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola – São Paulo-SP, BR.*, Vol. 40, Nº 4, p. 258-266, 2018.

SCOS, J.; PAULA, L. C. A prática pedagógica na perspectiva problematizadora de Paulo Freire. In: EDUCERE XIII Congresso Nacional de Educação, 2017, Curitiba. Anais eletrônicos. Paraná. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/23325_13773.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

SILVA, A. C. C. Q. et al. A Experimentação no Foco da Aprendizagem: Ensinando Eletroquímica de Forma Fácil e Barata. *Conexões - Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 1, p. 8, 2019.

SILVA, A. V. V.; SANTOS, H. R.; PAULA, L. H. OS desafios enfrentados no processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia nos cursos de graduação. In: VII

Congresso Nacional em Educação, 2020, Maceió - AL. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA19_ID4434_14092020210502.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2021.

SILVA, D. P. Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, G. N.; DANTAS FILHO, F. F.; ANDRADE, R. B. Ensino de Química e Química Computacional: teoria do estado de transição. Revista Tecnologias na Educação, v. 17, ano 8, 2016. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/ano8-numerovol17/>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SILVA, Magda Helena Ferreira Matias da. A formação e o papel do aluno em sala de aula na atualidade. 57 f. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Pedagogia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. G. O. e AQUINO, K. A. S. Conexões entre cinética e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, n. 36, p. 237-243, 2016.

SCHMIDT, B.; PALAZZI, A.; PICCININI, C. A. Entrevistas online: potencialidades e desafios para coleta de dados no contexto da pandemia de COVID-19. REFACS, Uberaba, MG, v. 8, n. 4, p. 960-966, 2020. Disponível em: <<http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/refacs/article/view/4877>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SUART, R. C. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. 218 f. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

THOMAZ, L.; OLIVEIRA, R.C. A educação e a formação do cidadão crítico, autônomo e participativo. [S.l], 2009. Disponível em:

<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1709-8.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

TREVISO, V. C.; ALMEIDA, J. L. V. O conhecimento em Jean Piaget e a educação escolar. *Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade*, Bebedouro-SP, v. 1, p. 233-244, 2014. Disponível em: <<https://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/cadernodeeducacao/sumario/31/04042014074544.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2021.

VELLECA, R. F.; IGNE, M. C. I.; JR, J. C. L.; CAMPANERUT, F. Z.; HADDAD, E. B.; FALJONI-ALARIO, A. Investigando as Concepções Alternativas dos Estudantes Sobre Eletroquímica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n. 5, Bauru, 2005. Anais... Bauru SP: ABRAPEC. 2005.

VASCONCELLOS, L.; GUEDES, L. F. A. *E-Surveys: Vantagens e Limitações dos Questionários Eletrônicos via Internet no Contexto da Pesquisa Científica*. In: *Seminários em Administração (SemeAd)*, 2007. Anais eletrônicos... São Paulo. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319774242_ESurveys_Vantagens_e_Limitacoes_dos_Questionarios_Eletronicos_via_Internet_no_Contexto_da_Pesquisa_Cientifica>. Acesso em: 21 ago. 2020.

VEIGA, M. S. M.; QUENENHENN, A.; CARGNIN, C. O Ensino de Química: algumas reflexões. In: I Jornada de Didática e I Fórum de Professores de Didática, 2012, Paraná. Anais eletrônicos... [S.l.]. Londrina: UEL.

XAVIER, A. R.; FIALHO, L. M. F.; LIMA, V. F. Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. *Foro de Educación*, v. 17, n. 27, p. 289-308. 2019.

ANEXOS

ANEXO 1 – TCLE PARA ALUNOS MAIORES DE 18 ANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ALUNOS MAIORES DE 18 ANOS

*Obrigatório

1. Endereço de e-mail *

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), de uma pesquisa, que tem como responsável a professora Erika Crispim Resende, graduada em Química e Farmácia, e o aluno de graduação em Licenciatura em Química Lauro Henrique Alcantara de Jesus. Após ler com atenção este documento, ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, e, no caso de aceitar fazer parte do estudo, clique no *link* do formulário que será disponibilizado para você, insira seu e-mail e preencha o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, na sequência, você será direcionado a um questionário. Uma cópia do TCLE e das respostas do formulário será enviada para o seu e-mail. O TCLE também será assinado por nós, pesquisadores. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, Erika Crispim Resende pelo telefone (62) 98256-5173 ou via e-mail: erika.resende@ifgoiano.edu.br; e, Lauro Henrique Alcantara de Jesus pelo telefone (64) (64) 984144036 ou via e-mail: laurohenrique.ipo@gmail.com. Se persistirem dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano, situado na Rua 88, nº 280, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50. Também, pelo telefone (62) 3605-3600 ou pelo e-mail: cep@ifgoiano.edu.br.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE A PESQUISA

Título: “Ensino remoto de eletroquímica na perspectiva construtivista: uma proposta metodológica para se trabalhar a experimentação problematizadora e *softwares* educativos de simulação”

Informações sobre quem está aplicando o termo de consentimento: Erika, química, farmacêutica, professora do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá; Lauro, estudante de Licenciatura em Química no Instituto Federal Goiano – Campus Iporá.

Justificativa da realização do estudo: Com o desenvolvimento da pesquisa espera-se que as experimentações problematizadoras e a apresentação de *softwares* educativos de simulação realizados de forma remota podem contribuir na produção do conhecimento químico sobre o tema de eletroquímica. Devido à pandemia, considera-se relevante a utilização de estratégias e metodologias de ensino que possam ser adequadas ao ensino remoto.

Objetivos da pesquisa: Aplicar a experimentação problematizadora e *softwares* educativos de simulação no ensino do conteúdo de eletroquímica via remota, no nível médio integrado dos cursos técnicos em agropecuária, química e informática a fim de proporcionar um ensino problematizador e construtivista do conhecimento.

Detalhamento dos procedimentos: após aceitar participar desta pesquisa, através da assinatura digital deste TCLE, clicando na caixa de aceite, a coleta de dados será iniciada, de forma remota por meio de questionários. A sua participação acontecerá também por meio de presença em aulas remotas realizadas via *Google Meet*, com datas agendadas e disponibilizadas previamente. Durante a execução você deverá responder um questionário inicial, cuja finalidade está associada ao levantamento de suas concepções prévias da temática que será abordada no projeto. Ao final das aulas realizadas via remota, você deverá responder algumas questões relativas ao desenvolvimento das aulas e quais foram os aspectos que você considera ter avançado com a participação nas atividades; além de opinar sobre as estratégias de ensino utilizadas. Salientamos que as aulas serão gravadas em formato de vídeos (via *Google Meet*), de modo que possam ser analisadas quanto à execução das aulas e se alguma questão for levantada durante as discussões, a mesma poderá ser devidamente registrada para futura análise.

As aulas ocorrerão a partir da primeira semana do mês de março de 2021. Os resultados serão divulgados entre os meses de abril e maio de 2021, os quais você será convidado para participar da apresentação de entrega dos resultados da pesquisa (defesa de TCC).

Forma de acompanhamento: como essa pesquisa não envolve intervenções, nem tratamentos, não haverá acompanhamento posterior. Mas é assegurada a você a

assistência integral durante qualquer etapa da pesquisa. Você poderá entrar em contato com os pesquisadores a qualquer momento para sanar suas dúvidas.

Informação sobre a possibilidade de inclusão em grupo controle ou placebo: essa pesquisa não utiliza grupo placebo.

Especificação dos riscos, prejuízos, desconforto, lesões que podem ser provocados pela pesquisa: todo e qualquer tipo de pesquisa com seres humanos pode oferecer riscos. Pelas características do estudo não há maiores riscos ou danos iminentes. Porém, pode haver o constrangimento de participar da resposta ao questionário e, ainda, o desconforto de dispor de tempo para participar da mesma. Todavia, os pesquisadores comprometem-se a evitar situações de constrangimento durante o recrutamento e aplicação de questionário, bem como a respeitar o direito de recusa em participar do estudo. Contudo, ainda se tem a informação que os estudantes devidamente matriculados no instituto possuem um seguro de vida e que se encontra vigente até o fim do ano letivo.

Informação sobre o direito de pleitear indenização em caso de danos decorrentes de sua participação na pesquisa: Você tem o direito de pleitear indenização em caso de danos decorrentes de sua participação nesta pesquisa.

Informação sobre o direito de ressarcimento de despesas pela sua participação: caso tenha despesas por sua participação nessa pesquisa, você tem o direito de ser ressarcido pelos pesquisadores responsáveis. No entanto, esclarecemos que todas as despesas da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Esclarecer que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação: você não receberá nenhum pagamento ou gratificação financeira por sua participação nesta pesquisa. Sua participação é voluntária.

Descrever os benefícios decorrentes da participação na pesquisa: temos expectativas quanto à benefícios diretos e indiretos, pois o estudo pode contribuir para melhorar o conhecimento sobre os conceitos estudados, com possibilidade de divulgação dos dados obtidos em textos científicos.

Detalhar intervenções, tratamentos, métodos alternativos existentes: não haverá intervenções, nem tratamentos nessa pesquisa.

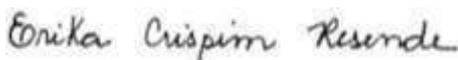
Esclarecimento sobre o período de participação do sujeito na pesquisa e término de sua participação: você poderá participar respondendo aos dois questionários que serão enviados entre os meses de março e maio de 2021. Sobre a

participação nos encontros, serão disponibilizados os horários conforme programação das aulas remotas. A sua participação acontecerá no decorrer das atividades programadas previamente, e somente se for necessário, entraremos em contato para algum esclarecimento sobre sua imagem/voz que foi gravada.

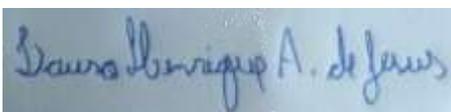
Garantir o sigilo: manteremos o sigilo e a confidencialidade dos dados coletados, bem como, zelaremos pela privacidade dos participantes da pesquisa. Os dados serão analisados e divulgados em conjunto, sem especificação ou identificação dos voluntários, preservando assim, a privacidade dos participantes.

Apresentar a garantia expressa de liberdade de não aceitação, bem como de retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo da continuidade do acompanhamento/tratamento usual: você tem a liberdade eo direito de recusar participar da pesquisa e retirar sua autorização da utilização da sua imagem ou respostas aos questionários quando desejar, sem qualquer prejuízo.

Garantir que os dados coletados serão utilizados apenas para esta pesquisa: os dados coletados nessa pesquisa serão utilizados apenas para esta investigação. Porém, eles ficarão armazenados, sob a responsabilidade da professora Erika Crispim Resende por no mínimo cinco (5) anos e, posteriormente, será dado o destino adequado conforme orientações e normas preconizadas pela Plataforma Brasil. Caso seja preciso utilizá-los em estudos futuros, um novo projeto de pesquisa será submetido para uma nova análise de um Comitê de Ética em Pesquisa.

Nome e Assinatura da pesquisadora: 

Erika Crispim Resende

Nome e Assinatura do pesquisador: 

Lauro Henrique Alcantara de Jesus

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

(para participante com 18 anos ou maiores de 18 anos de idade)

Concordo em participar como voluntário(a) da pesquisa “**Ensino remoto de eletroquímica na perspectiva construtivista: uma proposta metodológica para**

se trabalhar a experimentação problematizadora e softwares educativos de simulação”, sob a responsabilidade da profa. Erika Crispim Resende e do aluno Lauro Henrique Alcantara de Jesus. **Informo ter 18 anos ou mais de 18 anos de idade** e destaco que fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelos pesquisadores responsáveis sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS *

Marcar apenas um campo.

- () Li, e concordo em participar na pesquisa como voluntário
- () Li, e não concordo em participar na pesquisa como voluntário

3. Sobre o uso da gravação das imagens, entendi que será muito importante para manter a fidelidade da minha fala e para qualidade da pesquisa, mas, eu enquanto participante vou deixar claro marcando o item abaixo, que: *

Marcar apenas um campo.

- () Permito a gravação da minha imagem
- () Não permito a gravação da minha imagem

Nome do participante: *

E-mail do participante: *

ANEXO 2 – TCLE PARA ALUNOS MENORES DE 18 ANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS RESPONSÁVEIS DOS MENORES DE 18 ANOS

*Obrigatório

1. Endereço de e-mail *

O (A) aluno (a) menor no qual você é responsável está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), de uma pesquisa, que tem como responsável a professora Erika Crispim Resende, graduada em Química e Farmácia, e o aluno de graduação em Licenciatura em Química Lauro Henrique Alcantara de Jesus. Após ler com atenção este documento, ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, e, no caso de autorizar o (a) menor a fazer parte do estudo, clique no *link* do formulário que será disponibilizado para você, insira seu e-mail e preencha o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Uma cópia do TCLE e das respostas do formulário será enviada para o seu e-mail. O TCLE também será assinado por nós, pesquisadores. Esclareço que em caso de não autorizar a participação do (a) menor, o (a) menor e você não serão penalizados (as) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, Erika Crispim Resende pelo telefone, (62) 9 8256-5173 ou via e-mail: erika.resende@ifgoiano.edu.br; e, Lauro Henrique Alcantara de Jesus (64) 98414-4036 ou via e-mail: laurohenrique.ipo@gmail.com. Se persistirem dúvidas sobre os direitos do menor como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano, situado na Rua 88, nº 280, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50. Também, pelo telefone (62) 3605-3600 ou pelo e-mail: cep@ifgoiano.edu.br.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE A PESQUISA:

Título: “Ensino remoto de eletroquímica na perspectiva construtivista: uma proposta metodológica para se trabalhar a experimentação problematizadora e *softwares* educativos de simulação”

Informações sobre quem está aplicando o termo de consentimento: Erika,

química, farmacêutica, professora do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá; Lauro, estudante de Licenciatura em Química no Instituto Federal Goiano – Campus Iporá.

Justificativa da realização do estudo: Com o desenvolvimento da pesquisa espera-se que as experimentações problematizadoras e a apresentação de *softwares* educativos de simulação realizados de forma remota podem contribuir na produção do conhecimento químico sobre o tema de eletroquímica. Devido à pandemia, considera-se relevante a utilização de estratégias e metodologias de ensino que possam ser adequadas ao ensino remoto.

Objetivos da pesquisa: Aplicar a experimentação problematizadora e *softwares* educativos de simulação no ensino do conteúdo de eletroquímica via remota, no nível médio integrado dos cursos técnicos em agropecuária, química e informática a fim de proporcionar um ensino problematizador e construtivista do conhecimento.

Detalhamento dos procedimentos: após permitir a participação do menor nesta pesquisa, através da assinatura digital deste TCLE, clicando na caixa de aceite, a coleta de dados será iniciada, de forma remota por meio de questionários que serão direcionados ao aluno participante. A participação do menor acontecerá também por meio de presença em aulas remotas realizadas via *Google Meet*, com datas agendadas e disponibilizadas previamente. Durante a execução, o participante deverá responder um questionário inicial, cuja finalidade está associada ao levantamento das concepções prévias da temática que será abordada no projeto. Ao final das aulas realizadas via remota, o participante deverá responder algumas questões relativas ao desenvolvimento das aulas e quais foram os aspectos que ele (a) considera ter avançado com a participação nas atividades; além de opinar sobre as estratégias de ensino utilizadas. Salientamos que as aulas serão gravadas em formato de vídeos (via *Google Meet*), de modo que possam ser analisadas quanto à execução das aulas e se alguma questão for levantada durante as discussões, a mesma poderá ser devidamente registrada para futura análise.

As aulas ocorrerão a partir da primeira semana do mês de março de 2021. Os resultados serão divulgados entre os meses de abril e maio de 2021, os quais o participante será convidado para participar da apresentação de entrega dos resultados da pesquisa (defesa de TCC).

Forma de acompanhamento: como essa pesquisa não envolve intervenções, nem tratamentos, não haverá acompanhamento posterior. Mas é assegurada ao

participante a assistência integral durante qualquer etapa da pesquisa. Você e o participante poderão entrar em contato com os pesquisadores a qualquer momento para sanar suas dúvidas.

Informação sobre a possibilidade de inclusão em grupo controle ou placebo: essa pesquisa não utiliza grupo placebo.

Especificação dos riscos, prejuízos, desconforto, lesões que podem ser provocados pela pesquisa: todo e qualquer tipo de pesquisa com seres humanos pode oferecer riscos. Pelas características do estudo não há maiores riscos ou danos iminentes. Porém, pode haver o constrangimento de participar da resposta ao questionário e, ainda, o desconforto de dispor de tempo para participar da mesma. Todavia, os pesquisadores comprometem-se a evitar situações de constrangimento durante o recrutamento e aplicação de questionário, bem como a respeitar o direito de recusa em participar do estudo. Contudo, ainda se tem a informação que os estudantes devidamente matriculados no instituto possuem um seguro de vida e que se encontra vigente até o fim do ano letivo.

Informação sobre o direito de pleitear indenização em caso de danos decorrentes de sua participação na pesquisa: o(a) menor tem o direito de pleitear indenização em caso de danos decorrentes de sua participação nesta pesquisa.

Informação sobre o direito de ressarcimento de despesas pela sua participação: caso tenha despesas pela participação nesta pesquisa, o(a) menor tem o direito de ser ressarcido pelos pesquisadores responsáveis. No entanto, esclarecemos que todas as despesas da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Esclarecer que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação: o(a) menor não receberá nenhum pagamento ou gratificação financeira por sua participação nesta pesquisa. A participação será voluntária.

Descrever os benefícios decorrentes da participação na pesquisa: temos expectativas quanto à benefícios diretos e indiretos, pois o estudo pode contribuir para melhorar o conhecimento sobre os conceitos estudados, com possibilidade de divulgação dos dados obtidos em textos científicos.

Detalhar intervenções, tratamentos, métodos alternativos existentes: não haverá intervenções, nem tratamentos nessa pesquisa.

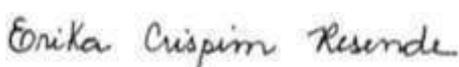
Esclarecimento sobre o período de participação do sujeito na pesquisa e término de sua participação: o (a) menor poderá participar respondendo aos dois

questionários que serão enviados entre os meses de março e maio de 2021. Sobre a participação nos encontros, serão disponibilizados os horários conforme programação das aulas remotas. A participação do (a) menor acontecerá no decorrer das atividades programadas previamente, e somente se for necessário, entraremos em contato para algum esclarecimento sobre sua imagem/voz que foi gravada.

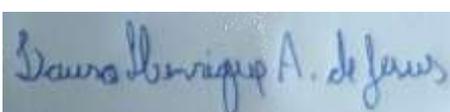
Garantir o sigilo: manteremos o sigilo e a confidencialidade dos dados coletados, bem como, zelaremos pela privacidade dos participantes da pesquisa. Os dados serão analisados e divulgados em conjunto, sem especificação ou identificação dos voluntários, preservando assim, a privacidade dos participantes.

Apresentar a garantia expressa de liberdade de não aceitação, bem como de retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo da continuidade do acompanhamento/tratamento usual: o (a) menor tem a liberdade eo direito de recusar participar da pesquisa e retirar sua autorização da utilização da sua imagem ou respostas aos questionários quando desejar, sem qualquer prejuízo.

Garantir que os dados coletados serão utilizados apenas para esta pesquisa: os dados coletados nessa pesquisa serão utilizados apenas para esta investigação. Porém, eles ficarão armazenados, sob a responsabilidade da professora Erika Crispim Resende por no mínimo cinco (5) anos e, posteriormente, será dado o destino adequado conforme orientações e normas preconizadas pela Plataforma Brasil. Caso seja preciso utilizá-los em estudos futuros, um novo projeto de pesquisa será submetido para uma nova análise de um Comitê de Ética em Pesquisa.

Nome e Assinatura da pesquisadora: 

Erika Crispim Resende

Nome e Assinatura do pesquisador: 

Lauro Henrique Alcantara de Jesus

2. EU (Nome completo do responsável pelo menor de idade, autorizando sua participação na pesquisa): *

3. Responsável pelo(a) menor (Nome completo do menor de idade autorizado a participar da pesquisa): *

Autorizo a participação do(a) menor acima referido como voluntário(a) na pesquisa “Ensino remoto de eletroquímica na perspectiva construtivista: uma proposta metodológica para se trabalhar a experimentação problematizadora e softwares educativos de simulação”, sob a responsabilidade da profa. Erika Crispim Resende e do aluno Lauro Henrique Alcantara de Jesus *

Marcar apenas um campo.

- Li, e concordo com a participação do menor
 Li, e não concordo com a participação do menor

4. Você, responsável, concorda com a descrição abaixo? *

Informo e destaco, que fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelos pesquisadores responsáveis sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação do(a) menor pelo qual sou responsável. Foi-me garantido que poderei retirar o consentimento de autorização da participação do menor a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. O menor ainda assinará um termo de assentimento no qual aceitará ou poderá recusar a sua participação na pesquisa.

Marcar apenas um campo.

- Li, e concordo com a descrição
 Li, e não concordo com a descrição

5. Você, responsável, concorda com a descrição abaixo? *

Sobre o uso da gravação das imagens, entendi que será muito importante para manter a fidelidade da participação do (a) menor para qualidade da pesquisa, mas, eu enquanto responsável pelo participante vou deixar claro marcando o item abaixo, que:

Marcar apenas um campo.

- Permito a gravação da imagem do(a) menor ao qual sou responsável
 Não permito a gravação da imagem do(a) menor ao qual sou responsável

Nome do responsável pelo (a) menor participante: *

E-mail do responsável do (a) menor participante:

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)
(para menores de 18 anos de idade)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **“Ensino remoto de eletroquímica na perspectiva construtivista: uma proposta metodológica para se trabalhar a experimentação problematizadora e softwares educativos de simulação”**, sob responsabilidade da pesquisadora profa. Erika Crispim Resende e do aluno Lauro Henrique Alcantara de Jesus. Seus pais ou responsáveis sabem de tudo o que vai acontecer na pesquisa. Pelas características da pesquisa não há maiores riscos ou danos. Evitaremos situações que possam te deixar constrangido (a) durante as aulas e nas aplicações dos questionários. Caso não se sinta à vontade, você tem o direito de se recusar a participar da pesquisa. Caso você não se sinta bem, você deverá nos comunicar. Contudo, ainda se tem a informação que você que está devidamente matriculado (a) no instituto possui um seguro de vida e que se encontra vigente até o fim do ano letivo. Você poderá procurar por Erika Crispim Resende pelo telefone (62) 9 8256-5173 ou via e-mail: erika.resende@ifgoiano.edu.br; e, Lauro Henrique Alcantara de Jesus pelo telefone (64) 98414-4036 ou via e-mail: laurohenrique.ipo@gmail.com. Se persistirem dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano, situado na Rua 88, nº 280, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50. Também, pelo telefone (62) 3605-3600 ou pelo e-mail: cep@ifgoiano.edu.br.

Temos expectativas quanto aos benefícios indiretos que a pesquisa poderá te fornecer, pois o estudo pode contribuir para melhorar o conhecimento sobre eletroquímica, com possibilidade de divulgação dos dados obtidos em textos científicos. Esta pesquisa será realizada com o intuito de apresentar o tema sobre Eletroquímica contribuindo com a sua aprendizagem sobre os conhecimentos de química e faremos discussões sobre os assuntos relacionados à temática.

Você não é obrigado(a) a participar e poderá desistir sem problema nenhum. Você só

participa se quiser. Os alunos que irão participar desta pesquisa têm entre 16 e 17 anos de idade. Serão realizadas aulas remotas e demonstração de experimentos com simuladores e aplicações de questionários (via *Google Forms*) que serão enviados por e-mail. Você deverá responder um questionário inicial para verificarmos qual o conhecimento prévio que você possui sobre o assunto do projeto. Ao fim das aulas, você deverá responder algumas questões referentes às aulas teóricas e experimentais.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der.

Os resultados da pesquisa vão ser publicados em revistas científicas, mas sem identificar quais foram os alunos que participaram.

6. Consentimento e Participação *

Marcar apenas uma oval.

() Aceito participar da pesquisa

() Não aceito participar da pesquisa

Nome do Participante *

E-mail do Participante *

ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO INICIAL



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS IPORÁ

Questionário sobre as concepções prévias dos participantes

1. Estruturas de metal geralmente constituídas de ferro ou aço que ficam expostas ao ambiente, tendem a enferrujar formando uma crosta alaranjada e com cheiro característico. Por que e como, esse fenômeno acontece? Justifique sua resposta.

2. Corriqueiramente ouve-se falar em materiais banhados a ouro ou prata, como no caso dos anéis, pulseiras e correntes. Neste caso, qual fenômeno está presente nesse processo e como ele ocorre?

3. Quais componentes estão presentes em uma pilha comercial?

4. Qual a diferença entre pilhas e baterias?

- a) Nenhuma, pois ambas possuem a mesma função, produzir energia.
b) A pilha possui uma voltagem maior que a bateria, entretanto, uma amperagem menor.
c) A pilha é constituída por dois eletrodos (positivo e negativo) e um eletrólito formando uma única unidade. Já as baterias, são formadas por um conjunto de pilhas ou células de energia ligadas em série ou paralelo.
d) A pilha é constituída por dois eletrodos (positivo e negativo) e dois eletrólitos formando uma única unidade. Já as baterias, são formadas por um conjunto de pilhas ligadas em série.

5. Pilha e baterias apresentam o mesmo princípio de funcionamento?

- a) Sim, as pilhas e baterias produzem energia elétrica a partir da indução eletrostática.
- b) Não, pois as pilhas e baterias produzem quantidades diferentes de energia.
- c) Não, porque as pilhas produzem energia a partir de reações ácido-base sendo consideradas pilhas alcalinas. Já as baterias, produzem energia elétrica a partir da reação do lítio em meio ácido, sendo chamadas de bateria de lítio.
- d) Sim, ambas (pilhas e baterias) transformam a energia química das reações redox em energia elétrica.

6. Por que as pilhas produzem energia elétrica?

7. Você já ouviu ou estudou sobre a pilha de Daniell?

- Sim
- Não

8. Qual o cátodo e qual é o ânodo da pilha de Daniell, respectivamente?

- a) Cátodo: $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$; ânodo: $\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}$
- b) Cátodo: $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}$; ânodo: $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$
- c) Cátodo: $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$; ânodo: $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}$
- d) Cátodo: $\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}$; ânodo: $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$
- e) Cátodo: $\text{Zn}^0/\text{Cu}^{2+}$; ânodo: $\text{Zn}^{2+}/\text{Cu}^0$

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO FINAL



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS IPORÁ

Questionário Final

1. A maresia, de ocorrência em cidades e regiões costeiras e litorâneas, é uma das grandes responsáveis por danificar, corroer e enferrujar casas, carros, navios, estruturas metálicas de edifícios e pontes, estátuas, entre outros. Acarretando neste caso, inúmeros prejuízos à sociedade, à população e ao governo. Diante disto, qual seria o agente responsável pela corrosão dessas estruturas metálicas? E qual a explicação para esse processo de corrosão?

2. Explique com suas palavras como funciona o processo de eletrólise.

3. A eletroquímica é um ramo da química que busca estudar?

- a) A transformação de energia proveniente da ruptura do átomo em energia elétrica.
- b) Utilização de energia elétrica para produzir reações químicas.
- c) Transformação de energia química em energia elétrica e vice-versa.
- d) Os processos de oxidação e redução de metais.
- e) Transformação de energia proveniente de uma reação química em energia elétrica.

4. Em quais atividades do seu cotidiano estão presentes fenômenos relacionados à eletroquímica? Cite exemplos.

5. Sobre a definição de oxirredução, escolha a alternativa correta:

- a) Produz corrente
- b) Transferência de elétrons
- c) Reação com oxigênio
- d) Ganho e perda de elétrons
- e) Transforma ácido em sal

6. Quais são os componentes presentes em uma pilha galvânica? Qual a função de cada um desses componentes?

7. Sobre a definição do termo “oxidante” escolha duas opções que estejam corretas:

- a) Ganha elétron
- b) Substância que sofre redução
- c) Perde elétron
- d) Aumento do NOX
- e) Provoca redução

8. Durante a realização do conteúdo de eletroquímica você teve algum tipo de dificuldade em compreender o conteúdo ministrado? Comente.

9. A utilização do experimento virtual e o uso dos softwares educativos de simulação, facilitaram para você, compreender de forma mais clara o conteúdo abordado? Comente.
