



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE
LICENCIATURA EM QUÍMICA



THIAGO RAMOS DA SILVA

ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM ELETRÓLISE PARA O ENSINO DE
QUÍMICA:
ABORDAGEM PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA

Recife

2018

THIAGO RAMOS DA SILVA

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM ELETRÓLISE PARA O ENSINO DE
QUÍMICA:
ABORDAGEM PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Licenciatura Plena em Química da
Universidade Federal Rural de Pernambuco
como requisito necessário à obtenção do
grau de Licenciado em Química.

**Orientadora: Profa. Dra. Kátia Cristina
Silva de Freitas**

Recife

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S856a Silva, Thiago Ramos da.
Atividade experimental em eletrólise para o ensino de química:
Abordagem para uma educação ambiental na escola / Thiago
Ramos da Silva. – Recife, 2018.
57 f.: il.

Orientador(a): Kátia Cristina Silva de Freitas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química, Recife,
BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Química - Ensino 2. Eletrólise 3. Educação ambiental
I. Freitas, Kátia Cristina Silva de, orient. II. Título

CDD 540

SILVA, Thiago Ramos da.

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM ELETRÓLISE PARA O ENSINO DE
QUÍMICA:
ABORDAGEM PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Licenciatura Plena em Química da
Universidade Federal Rural de Pernambuco
como requisito necessário à obtenção do
grau de Licenciado em Química.

Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Orientadora

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Sandra Rodrigues de Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Profa. Dra. Suzana Pereira Vila Nova
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

*Este trabalho tem dedicação especial ao criador da vida: Deus,
pois sem Ele nada aconteceria. Dedico também a todas as
pessoas que labutaram comigo pela conquista desse grande
trabalho, pois sem o incentivo delas eu não chegaria a lugar
algum.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por Ele ser o autor da vida e o responsável em fortalecer as minhas energias nos momentos de maiores dificuldades.

À Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas, do Depto. de Química da UFRPE, pela sua orientação neste trabalho monográfico, sua delicadeza no trato com os alunos e sua grande abnegação em nos ajudar.

Aos meus queridos pais, Sr. Ramos e Sra. Rosa, por toda educação e caráter os quais me foram passados. Sem a base estrutural familiar que eles me deram, talvez, hoje eu estaria sem rumo;

À minha querida e amada esposa, Êmyne Priscila, que sempre me apoiou na conclusão desta graduação. Nos momentos das minhas angústias, em decorrência da tensão entre conciliar trabalho e estudo, ela foi a responsável em me tranquilizar dizendo palavras de incentivo para nunca desistir dos meus objetivos.

Às minhas queridas filhinhas, Sara e Ester, que me fizeram olhar o mundo de outra forma: cheio de alegria. Não há palavra tão especial do que ser chamado de “papai” quando chegava do trabalho às 17h e saía para estudar às 18h. Era apenas 1 hora em que se transformavam em várias horas.

À amiga, Tamara Soriano, mestranda em ensino de ciências pela UFRPE, apesar do breve contato que tive durante a aula de ESO IV foi uma pessoa ilustre, trazendo para os alunos o seu conhecimento na área de ensino.

Aos meus queridos irmãos, Dalton e Liliane, pelo carinho e união estabelecidos entre nós.

Aos meus amigos, Christiana Fonseca, Heloíza Costa, Laís Caroline, Rafael Silva, Elayne Oliveira, Fábio Calado, Leonardo Alexandre, Elivelton Gomes e Edson Severiano, todos os quais eu tive a honra de ombrear no curso de Química da UFRPE. Desejos a todos sucesso nesta nova etapa de suas vidas.

Ao Exército Brasileiro, pelo caráter aprendido do civismo e patriotismo.

Aos amigos do trabalho, especificamente da Asse Ap As Jurd/7, que tenho o prazer de trabalhar com tão distintos profissionais.

À minha avó, Nicinha (In Memoriam), que deixará saudades.

À minha sogra, Elionise, que sempre desejou o sucesso à minha pessoa. Peço a Deus que cuide da sua saúde, dando-a energia para cuidar dos seus quatros netinho, até o prezado momento.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção”.*

(Paulo Freire, 2003, p.47)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar se o uso de atividade experimental em eletrólise, contextualizada pelas questões ambientais, trará para os alunos do ensino médio um entendimento mais abrangente sobre o tema nas aulas de química. Para isso, foi adotado o seguinte procedimento metodológico: 1) pesquisa com professores do Estado de Pernambuco a respeito de como eles analisam o experimento da eletrólise, como recurso didático a ser desenvolvido em sala de aula; e 2) construção do planejamento didático e aplicação de uma Sequência Didática (SD) sobre o tema eletrólise. O presente estudo foi baseado em análise qualitativa de nível descritivo e exploratório, onde os dados obtidos serviram de parâmetro pessoal para responder ao questionamento do objetivo supracitado nesse trabalho. Todos os dados realizados com os professores nesta pesquisa, após serem processados, foram construindo a ideia para uma relevância do tema ligado à conscientização ambiental, visto que, este tema transversal deverá estar presente no processo educativo de alunos em vários níveis escolares, conforme preconiza a Política Nacional de Educação Ambiental Brasileira e os Parâmetros Curriculares Nacionais. Para construir o conhecimento dos alunos de forma bem planejada, a aplicação da SD foi dividida em dois momentos: aula teórica sobre alguns tópicos de eletroquímica, cuja ênfase recaía principalmente na aprendizagem do assunto eletrólise; e ato seguinte, aula experimental na própria sala sobre a eletrocoagulação, utilizando materiais de fácil acesso. A verificação do fenômeno ocorrido no experimento teve como característica fundamental o uso da eletrólise para fins de tratamento da água, utilizando eletrodo de ferro em uma amostra hipotética de uma solução contendo tinta de tingimento para roupas.

Palavras-chaves: Ensino de Química, Eletrólise, Educação Ambiental, Atividade Experimental.

ABSTRACT

This work aims to analyze if the use of experimental activity in electrolysis, contextualized by environmental issues, will bring to the students of high school a more comprehensive understanding on the subject in the classes of chemistry. For this, the following methodological procedure was adopted: 1) research with teachers from the State of Pernambuco about how they analyze the electrolysis experiment, as a didactic resource to be developed in the classroom; and 2) construction of didactic planning and application of a Didactic Sequence (SD) on the electrolysis theme. The present study was based on a descriptive and exploratory qualitative analysis, where the data obtained served as a personal parameter to answer the questioning of the objective mentioned above. All the data made with the teachers in this research, after being processed, were constructing the idea for a relevance of the topic related to environmental awareness, since this transversal theme should be present in the educational process of students at various school levels, as recommended by the National Policy on Brazilian Environmental Education and the National Curricular Parameters. In order to construct students' knowledge in a well-planned way, the application of SD was divided into two moments: theoretical lecture on some topics of electrochemistry, whose emphasis was mainly on learning the electrolysis subject; and next, an experimental class in the room about electrocoagulation, using easily accessible materials. The verification of the phenomenon occurred in the experiment had as fundamental characteristic the use of electrolysis for water treatment purposes, using iron electrode in a hypothetical sample of a solution containing dyeing paint for clothes.

Keywords: Chemistry Teaching, Electrolysis, Environmental Education, Experimental Activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Célula Galvânica (Pilha).....	21
Figura 2.	Célula Eletrolítica (Eletrólise).....	22
Figura 3.	Processo de eletrofoculação.....	28
Figura 4.	Representação do sistema eletrolítico.....	38
Figura 5.	Experimento de eletrólise: (a) sistema não conectado à fonte de energia; (b) início da eletrocoagulação; (c) formação de “lama”; (d) após 10 minutos; (e) início da filtração; e (f) resultado da filtração.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions e ânions.....	24
Tabela 2.	Potenciais Padrão de Eletrodos (lista resumida).....	26
Tabela 3.	Laboratório de Química nas escolas pesquisadas.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Opiniões dos professores quanto ao questionamento sobre a importância da realização de atividades experimentais como estratégia didática de ensino.....	32
Quadro 2.	Opiniões dos professores a respeito do que acham sobre ministrar aulas de química contextualizadas com as questões ambientais.....	33
Quadro 3.	Respostas dos professores sobre qual (is) experimento (s) em eletroquímica já realizaram em sala de aula.....	34
Quadro 4.	Ideias iniciais para a construção da SD.....	35
Quadro 5.	Materiais apresentados aos alunos para a prática experimental da eletrocoagulação em sala de aula.....	36
Quadro 6.	Experimento da Eletrólise realizado por P3, P5, P8 e P19.....	42
Quadro 7.	Experimento da Eletrólise realizado por P3, P5, P8 e P19.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Professores pesquisados que lecionam nas escolas de educação básica.....	40
Gráfico 2.	Laboratório de química na escola pública.....	41
Gráfico 3.	Laboratório de química na escola privada.....	41
Gráfico 4.	Professores que utilizam atividades experimentais como recurso didático nas aulas de química.....	41
Gráfico 5.	Respostas dos professores quanto à realização de experimentos contextualizados nas questões ambientais.....	43
Gráfico 6.	Respostas dos professores já realizaram algum experimento em eletroquímica.....	44

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Justificativa	15
Objetivo Geral	16
Objetivo Específico	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1 ENSINO CONTEXTUALIZADO A PARTIR DO USO DE EXPERIMENTO	17
1.2 PRINCÍPIOS DE ELETROQUÍMICA	19
1.2.1 Um Breve Histórico da Eletroquímica	19
1.2.2 Definição de eletroquímica	20
1.2.3 Tipos de Células Eletroquímicas	20
1.2.3.1 Galvânicas	20
1.2.3.2 Eletrolíticas	21
1.2.4 Tipos de Eletrólise	23
1.2.4.1 Eletrólise ígnea	23
1.2.4.2 Eletrólise aquosa	23
1.2.5 Série Eletroquímica	25
1.2.6 Uso da Eletrólise	26
1.2.6.1 Eletrodeposição	26
1.2.6.2 Eletrocoagulação/Eletroflotação (EC/EF)	26
1.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS	28
1.3.1 Breve Histórico	28
1.3.2 Educação Ambiental e o Papel do Professor	29
2 METODOLOGIA	31
2.1 TIPO DE PESQUISA	31
2.2 COLETA DE DADOS	31
2.2.1 Professores pesquisados	31
2.3 CONSTRUÇÃO DO PLANEJAMENTO DIDÁTICO	34
2.3.1 Primeiro momento – aula teórica	35
2.3.2 Segundo momento – aula prática	36
2.3.2.1 Material utilizado	36

2.3.2.2 Montagem do aparelho.....	37
2.3.2.3 Esquema da experimentação.....	38
2.3.2.4 Realização do experimento em sala de aula.....	39
3 RESULTADOS E DISCUSS	40
3.1 Discussões dos quesitos respondidos pelos professores.....	40
3.1.1 Quesito relativo ao quantitativo de escolas mencionadas pelos discentes.....	40
3.1.2 Grupo de questões relativas à existência de laboratório na escola.....	41
3.1.3 Quesito relativo à importância das atividades experimentais como estratégia didática de ensino.....	42
3.1.4 Grupo de questões relativas à abordagem do tema Educação Ambiental nas aulas de química.....	42
3.1.5 Quesito referente ao questionamento da atividade experimental que pode aproximar a química vista em sala de aula com o cotidiano do aluno.....	43
3.1.6 Quesito referente ao questionamento se já realizaram alguma atividade experimental de química contextualizada com as questões ambientais.....	43
3.1.7 Quesito referente ao questionamento se já realizaram algum experimento em eletroquímica como recurso didático nas aulas de química.....	43
3.1.8 Quesito referente à afirmação de que não é necessário utilizar o laboratório da escola para realizar experimentos de química de baixo custo.....	44
3.2 Resultados da aplicação da SD em sala de aula.....	44
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
5 REFERÊNCIAS	48
6 APÊNDICES	51

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, tem-se observado um grande número de pesquisas voltadas para um melhor ensino de Química, no entanto, muitas das recomendações postas nessas pesquisas ficam apenas escritas no “papel”, o que talvez permita dizer que a disciplina seja uma “vilã” no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, várias pesquisas apontam que as atividades experimentais como método de ensino inovador/incentivador contribuem significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Todavia, essa importância cognitiva que o trabalho experimental pode trazer para o discente, não se deve resumir apenas à compreensão dos fatos e conceitos, é necessário que, além disso, ela possa desenvolver um entendimento capaz de contribuir em prol das questões ambientais, permitindo que aluno atue como agente capaz de resolver problemas do seu cotidiano.

Com base nisso, os métodos eletroquímicos quando utilizados para fins de tratamento de águas residuais são alguns dos exemplos de procedimentos que minimizam o impacto causado por agentes tóxicos lançados ao meio ambiente (IBANEZ, 2002).

Esses métodos, ao serem inseridos como ferramentas educacionais por meio da inserção de práticas experimentais, tornam o ensino de química mais atraente, pois leva o educando a interessar-se mais pela disciplina (FINAZZI *et al.*, 2016).

Diante disso, o uso de atividades experimentais em eletrólise, como ferramenta didática, possibilita uma aprendizagem voltada para a Educação Ambiental (EA), permitindo ao aluno desenvolver uma aprendizagem na área de química articulada com a conscientização do meio ambiente.

Justificativa

De modo geral, muitos professores de Química alegam não ministrar aulas experimentais devido à falta de laboratório e materiais (reagentes e vidrarias) nas escolas. Ao contrário disso, quando as aulas experimentais são realizadas pelo docente – muitas dessas práticas – seguem roteiros que são verdadeiras “receitas de cozinha”, sem que haja uma reflexão, dada a relevância do tema que poderá ser desenvolvido em sala de aula.

Diante dessas realidades assinaladas, o projeto de pesquisa se justificou a partir de uma investigação de como alguns professores de química do ensino médio do Estado de Pernambuco estão desenvolvendo em suas aulas atividades experimentais em eletrólise.

Ainda, nesse contexto investigativo, propõem-se aplicar em sala de aula uma experimentação sobre a eletrocoagulação com materiais de fácil acesso, visando verificar as concepções dos alunos sobre a aplicabilidade dessa prática quanto ao tratamento de águas residuais, mostrando resultados que vai além de simples aprendizagem conceitual.

Objetivo Geral

- Analisar se a aplicação de atividades experimentais em eletrólise, contextualizadas pelas questões ambientais, trará para o aluno do ensino médio o interesse pela disciplina de Química.

Objetivos Específicos

- Verificar como o uso de atividades experimentais em eletrólise está sendo abordados pelos professores das escolas públicas e privadas do ensino médio;
- Aplicar uma Sequência Didática em sala de aula sobre o tema eletrólise para os alunos da Educação Jovens e Adultos;
- Realizar uma prática experimental em eletrólise voltada à Educação Ambiental a ser desenvolvida em sala de aula;
- Avaliar a contribuição para os professores do ensino médio da realização da atividade experimental em eletrólise em sala de aula com abordagem no contexto ambiental.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 ENSINO CONTEXTUALIZADO A PARTIR DO USO DE EXPERIMENTO

O modelo de ensino tradicional em que apenas o professor transmite o conhecimento aos alunos, utilizando somente o livro didático como fonte de pesquisa, poderá tornar a aprendizagem de química precária, fazendo com que não haja contribuição eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Diante disso, Silvério (2012) afirma que apenas o método tradicional de ensino não é capaz de despertar o interesse dos alunos pela disciplina e que, portanto, é tarefa do docente buscar novas metodologias que traga o gosto pela aprendizagem.

Não obstante ao método de ensino tradicional que alguns educadores ainda utilizam, surgiram ao longo dos anos documentos oficiais que trazerem informações norteadoras para uma formação escolar de qualidade.

Dentre outros aspectos significativos constantes nesses documentos, constatam-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002) e nas Orientações Curriculares para o Ensino médio (OCN) (BRASIL, 2006) instruções para que o ensino de química se desenvolva por meio de temas contextualizados dirigidos para a construção do conhecimento de alunos de forma mais abrangente.

Apesar das orientações desses documentos, Maldaner e Zanon (2007 *apud* Silvéria, 2012), consideram que os currículos tradicionais têm trabalhado os conceitos de química de forma demasiada, pressupondo ser esta a maneira mais fácil de assimilar o conteúdo programático da disciplina.

Diante desse contexto trazido por esses autores, a falta de reflexão sobre o que está sendo ensinado em sala de aula talvez seja um dos motivos da falta de motivação na disciplina de química, trazendo consequências que levam à ineficiência no processo de aprendizagem de alunos.

Chapani e Cavassan (1997) corroboram com a ideia de que o aluno deve construir seu conhecimento, a partir da sistematização da aprendizagem coordenada pelo docente. Nesse caso, cabe ao profissional o papel de mediar no processo de ensino-aprendizagem,

promovendo condições necessárias para que os alunos possam desenvolver o conhecimento conceitual sobre um determinado assunto.

Em síntese, Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326) considera que “(...) alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”.

De fato, verifica-se que nos PCNs a abordagem metodológica no ensino da Química é organizada levando-se em consideração a possibilidade de inserções de temas contextuais e interdisciplinar. Nesse sentido, a construção de novos entendimentos é estabelecida a partir de situações reais do cotidiano do aluno ou formulada na sala de aula por meio da experimentação (BRASIL, p.117, 2006).

Ainda, Finazzi *et al.* (2016) tem o entendimento de que determinado assunto da química como, por exemplo, o assunto da eletroquímica abordado no seu artigo, não pode ser resumido a partir de conceitos, dada a relevância do tema para o planejamento de aula por meio de atividades experimentais. Sobre isso, os autores abordam que:

Se por um lado os alunos são mais familiarizados com dispositivos de armazenamento de energia – as pilhas – por outro lado, fenômenos eletrolíticos não são do cotidiano da imensa maioria. Além disso, o ensino de eletroquímica tem sido realizado a partir da modelagem matemática dos processos envolvendo conceitos de oxidação e redução, fato que é motivo de preocupação de diversos educadores e pesquisadores em relação à formação profissional. Sob este ponto de vista, a eletrólise é um assunto que requer maior atenção no campo da Eletroquímica. Neste contexto, os conceitos envolvidos neste campo de estudo podem ser mais coerentemente abordados por meio de atividades experimentais (FINAZZI *et al.*, 2016, p. 113, grifos nossos).

Assim, Silva *et al.* (2009) concorda que, quando as atividades experimentais são desenvolvidas em conjunto com temas sociais da vida do aluno, o resultado da aprendizagem poderá ser mais eficiente.

Ainda, em conformidade com as ideias de Vygostky, Souza (2016) explica que o processo de aprendizagem é resultado da interação do meio social com o conteúdo ensinado em sala de aula. Nesse caso, as atividades de ensino no ambiente escolar sem a perspectiva de uma relação entre indivíduo e o meio social em que ele está inserido não é capaz construir um conhecimento significativo.

Sendo assim, o ensino de química deverá ser problematizador, desafiador e estimulador, de modo que seu objetivo é fazer com que o estudante construa o saber científico (LIMA, 2012, p. 98).

Vale salientar que, segundo a OCN, a experimentação, por si só, não garante assimilar o conhecimento químico teórico-conceitual. É necessário que, em atividades experimentais, haja momentos de reflexão entre a teoria e a prática, permitindo que os alunos expressem seus conhecimentos a níveis fenomenológicos, possibilitando a compreensão dos fundamentos teóricos e conceituais (BRASIL, 2006, p. 123).

1.2 PR INCÍPIOS DE ELETROQUÍMICA

1.2.1 Um Breve Histórico da Eletroquímica

O fenômeno da eletrificação foi inicialmente descrito na antiguidade grega, quando ao serem submetidos ao atrito certos tipos de materiais, estes ficavam com excesso de carga elétrica positiva ou negativa em decorrência da remoção ou acréscimo de elétrons (OKI, 2000).

Certamente, o fascínio da eletricidade impulsionaram vários cientistas da época a buscar novos entendimentos e a postular novas teorias.

Os estudos realizados no campo da eletrofisiologia pelo médico italiano Luigi Galvani (1737-1798), ao observar a contração muscular de rãs mortas, pretendia estudar as relações entre eletricidade e os organismos vivos, considerando que a eletricidade era gerada nos tecidos do animal e que os diferentes metais em contato com esse tecido atuavam apenas como condutores, promovendo assim o fechamento do circuito de natureza elétrica (OKI, 2000).

Já para Alessandro Volta (1745-1827), apesar de concordar sobre a existência da eletricidade animal, discordava de Galvani, pois, segundo o pesquisador, a eletricidade era gerada quando dois metais diferentes entravam em contato com o animal. Ele não concordava com a eletricidade gerada apenas pela conexão de dois metais distintos sem a presença do eletrólito (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 2000).

Com isso, Volta propôs o primeiro gerador eletroquímico capaz de produzir uma corrente elétrica contínua ao utilizar diferentes discos de metais empilhados de Cu/Sn ou Zn/Ag, separados por pedaços de papel ou pano umedecidos em água salgada. Tal

experimento, em homenagem a palavra ‘empilhamento’, ficou denominado “pilha” (LEICESTER, 1971, *apud* OKI, 2000).

Os trabalhos de Volta instigaram ainda mais os cientistas da época a investigar e a realizar novos experimentos. Fato que inspirou os amigos Anthony Carlisle (1768-1840) e William Nicholson (1753-1815) a utilizarem a eletricidade para decompor a água em gases hidrogênio e oxigênio. Este trabalho contribuiu para que um novo método eletroquímico surgisse: a eletrólise (OKI, 2000).

Vários estudiosos se interessavam sobre o fenômeno da eletrólise, entre os quais Humphry Davy (1778-1829), professor da Instituição Real de Londres, em 1807, conseguiu decompor as substâncias químicas potassa e soda fundida utilizando a eletricidade, obtendo os elementos químicos potássio e sódio, nunca ainda isolados, em face à alta reatividade química dos mesmos. No ano seguinte, Davy ainda conseguiu obter o magnésio, o cálcio, o estrôncio e o bário utilizando o mesmo método (AARON, 1984, *apud* OKI, 2000).

Outro processo eletroquímico de obtenção de espécies química ocorreu em 1886, quando o francês Henri Moissan conseguiu, por meio da corrente elétrica, forçar a formação de flúor a partir da mistura de anidra fundida de fluoreto de potássio e fluoreto de hidrogênio (ATKINS, 2001, p. 607).

1.2.2 Definição de eletroquímica

De acordo com Atkins (2001), a eletroquímica pode ser definida como a área da química que se desenvolve a partir de reações químicas espontâneas com o propósito de se obter eletricidade, e, ao contrário disso, a utilização de eletricidade para forçar as reações químicas não espontâneas.

Diante dessa definição, os livros do ensino médio englobam como subtemas da eletroquímica: “pilhas e eletrólise”.

1.2.3 Tipos de Células Eletroquímicas

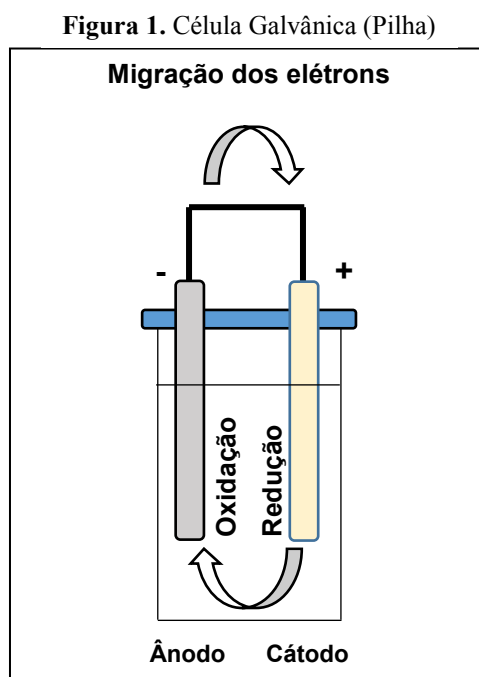
1.2.3.1 Galvânicas

As células galvânicas também podem ser chamadas de células voltaicas. A bateria é um exemplo de célula galvânica, formada por vários tipos dessas células interligadas em série e que são capazes de aumentar a voltagem em relação a uma única célula (SKOOG *et al.*, 2006, p. 469).

Uma célula galvânica é formada por dois eletrodos ou condutores metálicos, fazendo contato elétrico com o meio condutor iônico (eletrólito) (ATKINS, 2001, p. 607).

Nesse tipo de célula, as reações são espontâneas e produzem um fluxo de elétrons do ânodo para o cátodo por meio de condutor externo (SKOOG *et al.*, 2006, p. 469).

O eletrodo onde ocorre a oxidação é chamado de ânodo e tem carga negativa (-), enquanto que no eletrodo onde ocorre a redução é denominado de cátodo e tem sinal positivo (+). Assim, os elétrons que migram em direção ao eletrodo do cátodo serão usados na semi-reação de redução de uma pilha, conforme a **Figura 1** ilustra (ATKINS, 200, p. 607):

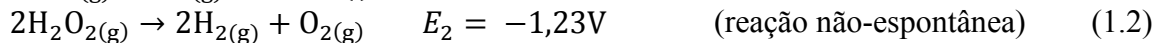
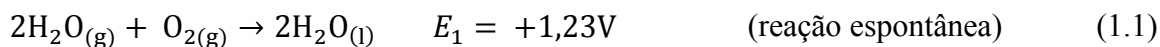


Fonte: Adaptado do Atkins (2001)

1.2.3.2 Eletrolíticas

Ao contrário das células voltaicas, as células eletrolíticas necessitam de uma fonte de energia elétrica para produzir espécies químicas no sentido não espontâneo. Além disso, é necessário que a diferença de potencial elétrico seja maior do que a diferença de potencial que necessitaria para produzir a reação química inversa. Por exemplo, na síntese (1.1) e decomposição da água (1.2), como E_1 é maior do que E_2 , então, a semi-reação que ocorre de

forma espontânea é um exemplo de pilha, enquanto que na semi-reação que ocorre de forma não-espontânea será um exemplo de eletrólise (ATKINS, 2001, p. 630).

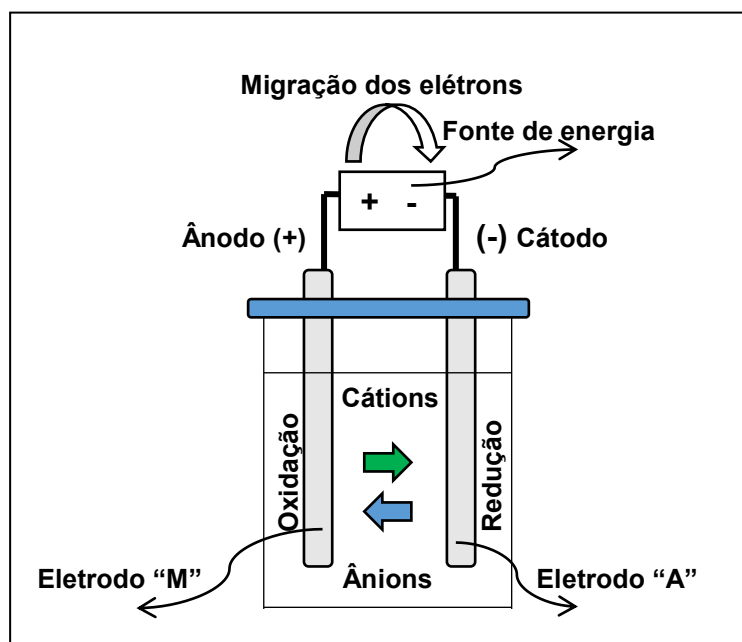


De modo genérico, as semi-reações balanceadas que ocorrem nesse tipo de célula, o polo positivo da fonte externa de energia se conectará ao eletrodo “M” e o polo negativo da fonte ao eletrodo da “A”. Como o polo negativo da fonte externa de energia é rico em elétrons, haverá a transferência desses elétrons para o eletrodo “A”, ocorrendo, assim, a redução (2.1), enquanto que a oxidação (2.2) do eletrodo “M” produzirá elétrons que migrarão para o polo positivo da fonte voltaica, forçando que “A” se torne o cátodo e “M” se torne o ânodo. A reação global é representada por (2.3) (SKOOG *et al.*, 2006, p. 469 - 470).



Assim, é fácil comprovar que esse tipo de célula, representada pela **Figura 2**, é uma eletrólise, pois os dois eletrodos estarão no mesmo recipiente e com apenas um tipo de eletrólito, no qual sempre ocorrerá o transporte de material do ânodo para o cátodo (VOGEL, 1981, p. 16).

Figura 2. Célula Eletrolítica (Eletrólise)



Fonte: Adaptado do Atkins (2001)

1.2.4 Tipos de eletrólise

1.2.4.1 Eletrólise ígnea

Na eletrólise ígnea a substância iônica é fundida ao receber elevada temperatura, ou seja, ela passa para o estado líquido e, na maioria das vezes, o ponto de fusão dessas substâncias é alto. A palavra “ígnea” vem do latim *ígneus*, cujo significado é ardente, inflamado (FOGAÇA, 2018).

Um dos exemplos desse tipo de eletrólise seria a obtenção de sódio e gás cloro, a partir do cloreto de sódio fundido, submetido a uma temperatura acima de 800° C. Nesse caso, os íons cloretos, ao serem atraídos pelo ânodo, perderão um elétron (3.1) e os átomos de cloro obtidos se aglutinarão, dois a dois, para formarem o gás cloro (3.2), de maneira que, no ânodo, a semi-reação completa perderá dois elétrons (3.3). Já no cátodo, a atração de íons de sódio, positivamente carregados, faz com que cada íon receba um elétron (3.4). Como o ponto de fusão do sódio é 98°C, seu estado físico permanecerá líquido e, portanto, ficará na superfície do cátodo, uma vez que o sódio é menos denso do que o cloreto de sódio líquido. A equação global balanceada pode ser descrita na célula (3.5) (ROSSEL, 1994).



1.2.4.2 Eletrólise aquosa

Todavia, na eletrólise aquosa, como o próprio nome diz, o meio deverá ser aquoso – em água – onde a substância diluída irá se dissociar ou ionizar, gerando íons. Nesse caso, apenas um cátion e um ânion serão capazes de sofrer descarga nos eletrodos (FOGAÇA, 2018).

Essa seletividade exige que cada íon tenha uma voltagem apropriada, a fim de que possa se descarregar (FONSECA, 1999, p. 230).

Nesse sentido, a **Tabela 1.** mostra a ordem decrescente de prioridade de descarga, de baixo para cima, de alguns íons. Os cátions estão posicionados praticamente na ordem contrária da reatividade dos metais, permitindo, assim, que se descarreguem primeiro os metais menos reativos. De forma análoga, quanto menos eletronegativos forem os ânions, melhor serão para se descarregarem (FONSECA, 1999, p. 230-231).

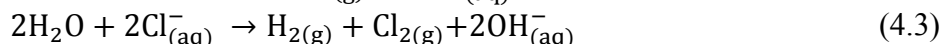
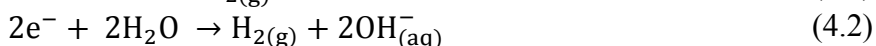
Tabela 1. Ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions e ânions

Ordem decrescente de facilidade de descarga de cátions		Ordem decrescente de facilidade de descarga de ânions
Au^{3+}		Cl^- Ânions não oxigenados
Pt^{2+}		Br^- e os hidrogenossulfato
Hg^{2+}		I^-
Ag^+		HSO_4^-
Cu^{2+}		
Ni^{2+}		
Cd^{2+}	Demais metais	
Pb^{2+}		
Fe^{2+}		OH^-
Zn		
Mn^{2+}		NO_3^- Ânions oxigenados e
H_3O^+ ou H^+		SO_4^{2-} fluoreto
Al^{3+}	Alumínio	ClO_3^-
Mg^{2+}	Metais	
Na^+	alcalinoterrosos	F^-
Ca^{2+}		
Ba^{2+}		
K^+	Metais alcalinos	
Li^+		
Cs^+		

Fonte: Fogaça (2018)

Diante disso, em solução aquosa, os cátions que estão posicionados abaixo do H_3O^+ não se descarregam, fazendo com que a redução ocorra entre os íons da água ou da substância diluída, dependendo do meio em que se encontram: neutro, ácido ou básico. Por exemplo, no cátodo, caso o meio seja neutro, a redução ocorrerá com a água, não obstante, se o meio for ácido, ocorrerá a redução do cátion H^+ , produzindo o gás hidrogênio (H_2). (FOGAÇA, 2018).

De fato, na eletrólise de solução aquosa de cloreto de sódio, como a concentração de moléculas de água é bem maior que a dos íons H^+ , ou seja, podendo ser calculado a partir do $K_w = 10^{-14}$, a água é quem se reduz no cátodo (4.1), enquanto que, no ânodo, o íon cloreto é oxidado a gás cloro (4.2), conduzindo, dessa maneira, para uma reação global (4.3) (ROSSEL, 1994):



1.2.5 Série Eletroquímica

Por meio da sua força eletromotriz (FEM), os potenciais-padrão são capazes de prever se uma reação de oxido-redução ocorrerá ou não, bem como são capazes de informar quem são as espécies oxidantes e redutoras. Assim, se o potencial-padrão de um par for mais negativo, a sua força redutora será maior e, conseqüentemente, terá uma maior tendência a reduzir espécies químicas oxidadas. Caso contrário, uma espécie oxidada terá a tendência a oxidar as espécies químicas reduzidas se o potencial-padrão de quem tem essa tendência for mais positivo (ATKINS, p. 619 - 620, 2001).

Constatam-se, portanto, na **Tabela 2**, alguns valores de potenciais-padrão a 25° C, que auxilia na determinação de quem será o agente oxidante ou redutor, de maneira que, na série eletroquímica, quem estiver mais acima da tabela terá uma força de oxidação maior em relação à espécie química que estiver mais abaixo (ATKINS, p. 620, 2001).

Por exemplo, o ferro metálico reduz íons H^+ para formar H_2 , pois como a espécie reduzida $Fe_{(s)}$, que está localizada à direita na equação, tem tendência a reduzir a espécie oxidada, que está localizada acima dela, então é cabível deduzir, não somente o que ocorre entre essas semi-reações, mas em diversas outras espécies químicas, bastando consultar os valores na tabela dos potenciais-padrão de eletrodo, conforme foi destacado na lista resumida da **Tabela 2**.

Tabela 2. Potenciais Padrão de Eletrodos (lista resumida)

Semi-reação de redução	E^0 a 25° C, V
$F_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2,870
$Cl_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+ 1,359
$O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+ 1,229
$Br_{2(aq)} + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+ 1,087
$Br_{2(l)} + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+ 1,065
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$	+ 0,799
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+ 0,771
$I_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+ 0,540
$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	+ 0,536
$O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-_{(aq)}$	+0,400 e + 0,820 a pH=7
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	+ 0,337
$Hg_2Cl_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2Hg_{(l)} + 2Cl^-$	+ 0,268
$AgCl_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + Cl^-$	+ 0,222
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	0,000
$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	- 0,040
$AgI_{(s)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)} + I^-$	- 0,151
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd_{(s)}$	- 0,403
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0,440
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	- 0,763

Fonte: Adaptado de Skoog (2001); Atkins (2006) e Fogaça (2018)

1.2.6 Uso da Eletrólise

1.2.6.1 Eletrodeposição

É quando ocorre a deposição de uma fina camada de metal sobre um objeto – nesse caso podendo ser metal ou plástico coberto por grafite. A função do eletrólito é retirar o metal que será depositado no cátodo, permitindo, assim, a redução dos íons cátions. Os cátions também poderão ser fornecidos pela oxidação do ânodo (ATKINS, p. 634, 2001).

Essa técnica, também chamada de galvanoplastia, nada mais é do que uma eletrólise. Suas aplicações têm um fator importante para o desenvolvimento econômico, uma vez que

são utilizadas “[...] no acabamento superficial aplicado para a alta tecnologia nas indústrias estratégicas de eletrônicos, telecomunicações, computação, filmes supercondutores, entre outras.” (BATISTA, *et al.*, 2016).

1.2.6.2 Eletrocoagulação/Eletroflotação (EC/EF)

A EC/EF é uma técnica eletroquímica que se utiliza da eletrólise para formar agente coagulante. Devido à formação de microbolhas de oxigênio e hidrogênio ocorrido nesse processo, os coágulos gerados sofrerão flotação. Por exemplo, os cátions Al^{3+} e $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ hidrolisados, a partir da dissolução eletrolítica dos seus metais, formam o agente coagulante $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{Fe}(\text{OH})_2/\text{Fe}(\text{OH})_3$ (CALDAS e CAMARA, 2010).

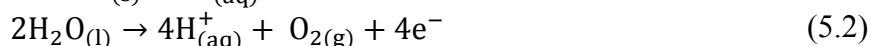
Crespilho e Rezende (2004 *apud* Neto *et al.*, 2011) estabelecem três etapas para o processo de eletrocoagulação:

1ª Etapa: os cátions gerados da oxidação de um ânodo metálico “M” de sacrifício (5.1) reagirão com moléculas de água para formar hidróxidos e poli-hidróxidos (5.2). Geralmente são utilizados como ânodo de sacrifício o ferro e o alumínio devido à facilidade de obtenção desses materiais, seu baixo custo e ainda por serem eficazes para o processo eletrolítico;

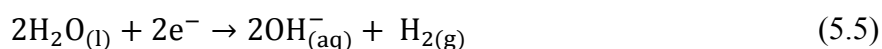
2ª Etapa: os hidróxidos adsorvem-se em partículas coloidais gerando os flóculos que, ao serem transportados, entrarão em contato com as impurezas; e

3ª Etapa: ocorre o processo de flotação devido à formação de microbolhas de oxigênio, no ânodo (5.1) e (5.2) e hidrogênio, no cátodo (5.4) e (5.5), a partir da eletrólise de água. Os métodos utilizados para a remoção dos poluentes podem ser por complexação ou atração eletrostática e logo em seguida a coagulação.

No ânodo:



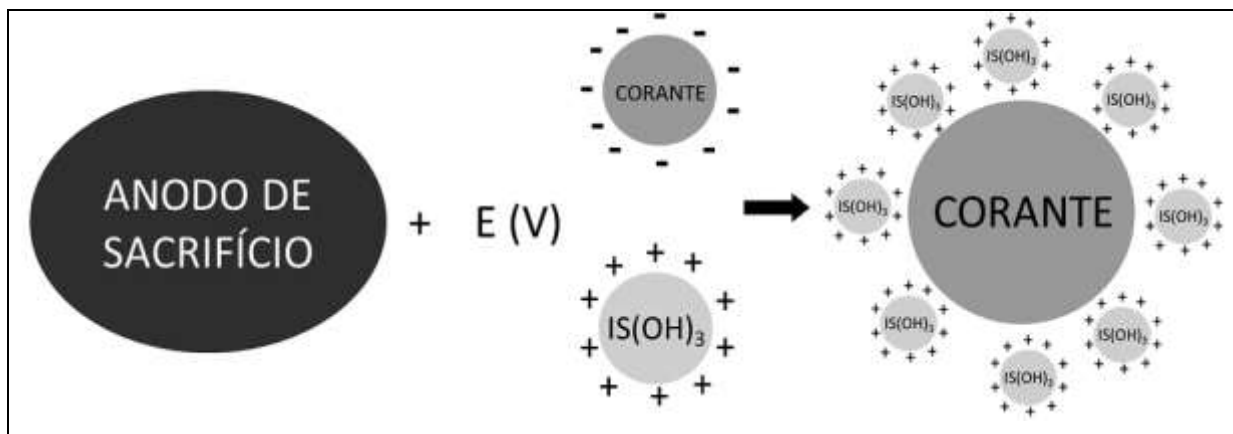
No cátodo:



A **Figura 3.** mostra como esses flóculos são formados, isto é, gerando um agregado entre o corante (impureza) com o $\text{IS}(\text{OH})_3$ a partir da adsorção do ânodo de sacrifício. Os íons

de sacrifício (IS) em contato com a água formam partículas coloidais como, por exemplo, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{Fe}(\text{OH})_3$, que são capazes de atacar as moléculas de corantes (NETO *et al.*, 2011).

Figura 3 - Processo de eletrofoculação



Fonte: Neto *et. al* (2011)

Diante dessa técnica, os artigos publicados por Ibanez (2002) e Silva *et. al* (2016), por exemplo, utilizam o eletrodo de ferro para realizar o experimento da eletrocoagulação, com o objetivo de perceber a funcionalidade do sistema eletrolítico quanto ao tratamento de soluções aquosas.

Constatando, portanto, segundo Ibanez (2002), que esse procedimento, apesar de ser meramente cognitivo, pode minimizar a quantidade de rejeitos jogados ao meio ambiente em escala industrial, por meio de processos nos quais o consumo de matérias-primas e de energia são mínimas.

1.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS

1.3.1 Breve Histórico

Os episódios mais relevantes que fizeram surgir a EA no Brasil estão descritos de acordo com o documento do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNAE) (BRASIL, 2005), ligado aos Ministérios do Meio Ambiente e Educação, do governo federal.

De acordo com relatos desse documento, o período pós-Segunda Guerra Mundial fez surgir o interesse sobre a Educação Ambiental, culminando para o seu apogeu na década de 1960 (BRASIL, p.21, 2005).

No Brasil, a EA teve seu início em 1973, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), tendo como o Decreto nº 73.030, de 30 de Outubro de 1973. O órgão era vinculado ao Ministério do Interior e tinha como atribuição, dentre outras, no “[...] esclarecimento e a educação do povo brasileiro para o uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a conservação do meio ambiente” (BRASIL, p.21, 2005; BRASIL, 1973).

Em 1981, por meio da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), foi estabelecida a inserção da EA em todos os níveis de ensino, sendo reforçada com a Constituição Federal de 1988, que fez menção no inciso VI, do artigo 255, onde incube ao poder público: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, p.22, 2006; BRASIL, p.131, 1988).

Mais adiante, em 1992, lançou-se a ideia sobre a construção da Rede Brasileira de Educação Ambiental, onde seria adotado o “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global como carta de princípios”. Nesse mesmo ano foi criado o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, p.21, 2006).

Ainda, em 1997, o PCN, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação, estabeleceu, dentre outros temas transversais, o meio ambiente como sendo um dos temas sociais estabelecidos para dar apoio às escolas no processo de ensino aprendizagem de alunos. (BRASIL, p.26, 2006).

1.3.2 Educação Ambiental e o Papel do Professor

De acordo com Cardoso (2011), trabalhar Educação Ambiental é importante, pois permite o desenvolvimento de uma educação voltada para a cidadania, visto que os alunos, por fazerem parte do meio ambiente, devem atuar como sujeito corresponsável na defesa da qualidade de vida, de forma a fortalecer toda a cidadania, contribuindo, assim, para o sucesso de uma sociedade melhor.

Nesse sentido, Evangelho e Pinheiro (2010, p. 88) esclarece que trazer para sala de aula temas que envolvem questões ambientais – quando trabalhados de forma interdisciplinar – fazem surgir debates críticos, que apontem para a solução de problema ecológico.

Nessa direção, Jacobi (2005) reflete sobre a necessidade da formação de um professor reflexivo, que desenvolva suas práticas pedagógicas articuladas com as questões do meio ambiente, a fim de possibilitar que o educando se torne um ser mais atuante no cenário cuja participação poderá influir de modo significativo na justiça ambiental e social.

Assim, Jacobi (2005, p. 245) explicita que:

A inserção da educação ambiental numa perspectiva crítica ocorre na medida em que o professor assume uma postura reflexiva. Isto potencializa entender a educação ambiental como uma prática político-pedagógica, representando a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação em potenciais fatores de dinamização da sociedade e de ampliação da responsabilidade socioambiental. Esta se concretizará principalmente pela presença crescente de uma pluralidade de atores que, por meio da ativação do seu potencial de participação, terão cada vez mais condições de intervir consistentemente e sem tutela nos processos decisórios de interesse público, legitimando e consolidando propostas de gestão baseadas na garantia do acesso à informação e na consolidação de canais abertos para a participação (JACOBI, p. 245, 2005).

De fato, o art. 2º da Política Nacional de Educação Ambiental brasileira (Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1990) disciplina *in verbis* que: “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal” (BRASIL, 1999).

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

A metodologia consistiu da busca de informações a cerca do uso da atividade experimental em eletrólise a ser aplicada em sala de aula na disciplina de química.

O público-alvo da pesquisa foi os alunos do ensino médio da Educação Jovens e Adultos (EJA) de uma escola da rede pública de ensino, localizada na Região Metropolitana do Recife (RMR).

2.2 COLETA DE DADOS

2.2.1 Professores pesquisados

Nessa etapa da pesquisa, buscou-se investigar como os professores de química vêm trabalhando os conteúdos da disciplina, se nas escolas em que ensinam têm laboratórios e se realizam atividades experimentais com enfoque no contexto da educação ambiental.

Foi realizado um questionário com 20 professores do estado de Pernambuco com formação em licenciatura em química e o modelo do documento encontra-se no APÊNDICE A. Para identificar os professores, quando necessário, foram empregados os códigos da sequência P1 a P20.

As escolas informadas pelos discentes foram das redes de ensino público e privado e o número de professores não representa a equivalência do número de escola. Do total pesquisado, 18 professores informaram que lecionam em escola pública; e 8 professores informaram que ensinam em escola privada.

Sobre o quesito referente se há ou não laboratório de química nas escolas em que os professores ensinam, a **Tabela 3** mostra como as 26 escolas foram mensuradas:

Tabela 3 – Laboratório de Química nas escolas pesquisadas

Escolas			
Privada		Pública	
Sim	Não	Sim	Não
7	3	10	6

Fonte: Própria

Sobre o quesito referente à *infraestrutura do laboratório de química nas escolas*, das 7 escolas do ensino privado que têm o laboratório, todos os professores afirmaram que a infraestrutura é adequada para a realização de práticas experimentais; e das 10 escolas do ensino público que têm o laboratório, 3 professores informaram que o ambiente não era adequando para realização de atividades experimentais.

Perguntado *se utilizam atividades experimentais como recursos didáticos nas aulas de química*, 2 professores disseram que utilizam muito frequentemente; 12 informaram com frequência razoável; e 6 noticiaram que raramente fazem o uso de práticas experimentais.

No questionamento *se as atividades experimentais são estratégias didáticas importantes para o ensino de química*, todos os professores foram unânimes ao concordarem com essa afirmação, justificando 18 deles as suas respostas, conforme assim descreveram:

Quadro 1 – Opiniões dos professores quanto ao questionamento sobre a importância da realização de atividades experimentais como estratégia didática de ensino

P1	<i>“Pois favorece a aprendizagem dos conteúdos vistos em sala de aula, despertando o interesse e curiosidade dos alunos”.</i>
P2	<i>“Dar ao estudante uma visão dinâmica da Química”.</i>
P3	<i>“Química é uma ciência antes de tudo experimental”.</i>
P4	<i>“Além do critério motivador, há o fato de que o abstrato passa a ser uma realidade”.</i>
P5	<i>“Com a parte experimental conseguimos aguçar a curiosidade dos estudantes, o que favorece as discussões teóricas”.</i>
P7	<i>“Facilita a compreensão das transformações que ocorrem no cotidiano dos alunos”.</i>
P9	<i>“Química é uma disciplina muito abstrata. Se o professor não levar algo para a sala de aula que melhore essa visualização fica difícil o entendimento dos alunos”.</i>
P10	<i>“Observar o “micro” através da prática e relacionar com o “macro” que foi ensinado”</i>
P11	<i>“Sobretudo porque permite a quebra da abstração trazida por muitos tópicos presentes no currículo de química”.</i>
P12	<i>“Sim. A experimentação é de suma importância para o ensino de química, pois motiva o aluno a buscar novos conhecimentos e a compreender mais a parte teórica”.</i>
P13	<i>“Com certeza, mas devido ao número grande de alunos numa mesma turma e pelo fato de ter um laboratório inadequado, fica difícil realizar atividade prática, porém quando realizo, faço na própria sala”.</i>
P14	<i>“Pois química é uma ciência experimental e esse confronto com a parte prática é importante para tornar o conteúdo mais palpável (facilita a aprendizagem)”</i>
P15	<i>“Ajuda no processo de apreensão de conteúdo”</i>
P16	<i>“São necessárias, pois o aprendizado da química deve caminhar pelos níveis teóricos, representacionais e fenomenológicos. Nesse último se encaixa a experimentação”.</i>

P17	<i>“A experimentação remete a uma melhor associação das demandas de informação”.</i>
P18	<i>“Pois através da prática ocorre uma maior e melhor assimilação dos conteúdos trabalhados em sala”.</i>
P19	<i>“As atividades experimentais investigativas tendem a promover uma melhor aprendizagem dos estudantes, quando realizadas de uma forma correta. A simples demonstração de um experimento não garante uma aprendizagem significativa”.</i>
P20	<i>“Elas ajudam a consolidar os conteúdos”.</i>

Fonte: Própria (2018)

No questionamento se a realização de experimento pode aproximar a química vista em sala de aula com o cotidiano do aluno, 19 professores concordaram com a afirmativa; e apenas 1 discordou.

Nos questionamentos se já abordaram temas referentes à Educação Ambiental nas aulas de Químicas e se acham importantes ministrar aulas com esse contexto, 18 professores afirmaram que já abordaram o tema transversal; e apenas 2 disseram que nunca abordaram, e, dentre esses, apenas 1 não acha importante ministrar aulas de química contextualizada com as questões ambientais. A maioria deles justificou as suas respostas sobre a importância de trazer para a sala de aula o tema supracitado, conforme assim descreveram:

Quadro 2 – Opiniões dos professores a respeito do que acham sobre ministrar aulas de química contextualizadas com as questões ambientais

P1	<i>“Porque acredito que torna mais evidente os impactos ambientais”.</i>
P2	<i>“Por questões éticas e econômicas que devem ser despertadas nos estudantes”</i>
P3	<i>“Por que o conhecimento ambiental e a boa aplicação desse conhecimento são itens fundamentais para a formação cidadã”.</i>
P4	<i>“Pois podemos formar cidadãos que valorizem mais o ambiente em que vivemos e que tanto sofre pela ação humana”.</i>
P6	<i>“Alfabetização científica”.</i>
P10	<i>“Desenvolver pensamento crítico reflexivo e despertar o aluno para as problemáticas vivenciadas no cotidiano”.</i>
P11	<i>“Sobretudo para enfatizar e relacionar as atividades antrópicas com os danos causados ao meio ambiente e soluções de remediação que podem ser utilizados a partir de conceitos eletroquímicos”.</i>
P12	<i>“Sim. Os alunos têm uma motivação melhor pela ciência, quando se buscam as questões em que a ciência encontra-se envolvida com as questões ambientais”.</i>
P13	<i>“Devemos estimular o pensamento crítico e ambiental nos nossos alunos.”</i>
P14	<i>“Pois conscientiza o aluno a respeito de seu papel como cidadão e dos cuidados que deve tomar na preservação do ambiente”.</i>
P16	<i>“Para que o aluno consiga perceber a presença da ciência em diversos contextos da sociedade”.</i>
P17	<i>“Gera ou poderá gerar uma maior conscientização ambiental”.</i>
P18	<i>“Pois se abre a posição crítica do aluno perante as questões ambientais”.</i>
P19	<i>“Aproxima-se à disciplina estudada na escola com o cotidiano do aluno, podendo promover o senso crítico do estudante”.</i>

Fonte: Própria (2018)

No quesito perguntado se já realizou alguma atividade experimental de química contextualizada com as questões ambiental, 12 professores confirmaram já ter realizado o experimento com esse enfoque; e 8 informaram que nunca realizou o experimento com essa abordagem.

No quesito referente se já realizou algum experimento em eletroquímica, 14 professores disseram que realizou; e 6 confirmaram que nunca tinha realizado algum experimento em eletroquímica. Dos que justificaram ter realizado a prática, disseram também qual(s) foi(ram) o(s) experimento(s), conforme assim descreveram:

Quadro 3 – Respostas dos professores sobre qual (s) experimento (s) em eletroquímica já realizaram em sala de aula.

P3	<i>“Eletrólise de solução de $\text{NaCl}_{(aq)}$ com uma fonte de teclado e eletrodos de grafite”.</i>
P5	<i>“Já fiz a pilha com limão e também já confeccionaram um sistema de eletrólise materiais alternativos”.</i>
P6	<i>“Pilha de Daniel / Pilha de Limão”.</i>
P7	<i>“Pilhas com Limão”</i>
P8	<i>“Fizemos vários modelos de pilhas e eletrólise”.</i>
P10	<i>“Corrosão”.</i>
P11	<i>“Produção de pilha a partir de um limão usando fio de cobre e pregos galvanizados como eletrodos; e oxidação da lâ de aço em $\text{Cu}(\text{SO}_4)_{2(aq)}$”.</i>
P12	<i>“Pilha de limão e pilhas de $\text{Zn}_{(s)}$ e $\text{Cu}_{(s)}$”.</i>
P13	<i>“o da batata”.</i>
P15	<i>“Pilha de $\text{Zn} - \text{Cu}$”.</i>
P16	<i>“Construção de uma pilha em tubo de ensaio; e pilha com frutas”.</i>
P17	<i>“Construção de Pilhas”.</i>
P19	<i>“Pilha de Daniell, eletrólise da água, aplicação da eletrólise no tratamento de água”.</i>
P20	<i>“Pilha de batata”.</i>

Fonte: Própria (2018)

Ao serem questionados se concordam que não é necessário utilizar o laboratório da escola para realizar experimentos de química de baixo custo, 18 professores concordaram com a afirmativa; 1 discordou; e 1 opinou em concordar e discordar com a afirmativa.

2.3 CONSTRUÇÃO DO PLANEJAMENTO DIDÁTICO

Como forma de nortear a proposta de ensino e aprendizagem sobre a eletrólise, a Sequência Didática (SD), conforme explica Méheut (2005), visa ordenar as atividades executadas pelos alunos sob a orientação do professor, contribuindo para a construção do conhecimento.

Inicialmente, para construir a SD, o convívio na escola foi fundamental para compreender a necessidade daquele ambiente, visto que o entendimento sobre determinado tema, quando associado com a realidade dos alunos, pode contribuir para uma aprendizagem mais eficiente.

Diante disso, as ações, de imediato, conduziram-me para realizar alguns questionamentos de como o ensino de química está sendo apresentado para os alunos, no intuito de ser verificado se o professor estabelece conexão entre o assunto abordado e o contexto socioambiental dos discentes.

Para entender melhor as ideias iniciais que propuseram o delineamento da SD, o **Quadro 4** apresenta o caminho que subsidiaram a escolha do tópico eletrólise, considerando a relevância deste assunto, do ponto de vista prático.

Quadro 4 – Ideais iniciais para a construção da SD

Aula/Visita	Conteúdos/Objetivos	Encontro
Visitas	Verificar se o professor de química do ensino médio EJA da escola localizada na RMR trabalha atividades experimentais com enfoque nas questões do meio ambiente.	Observação do professor
Aula	Realizar debates com os alunos sobre a importância do tratamento de água e o uso da eletrólise como método eletroquímico que pode substituir outras formas de tratamento de água.	Aula expositiva dialogada com duração de 50 minutos.

Fonte: Própria (2018)

Diante da observação relativa ao professor, pude verificar que o mesmo não realizava atividades experimentais com enfoque nas questões do meio ambiente.

A SD foi dividida em dois momentos: um para a aula teórica e outra para a aula prática.

O conteúdo escolhido refere-se à disciplina de Química para o EJA II, do ensino médio, de acordo com as Orientações Teórico-Metodológica (OTM) da Educação de Jovens e Adultos do Estado de Pernambuco (BRASIL, 2012).

2.3.1 Primeiro momento – aula teórica

Essa atividade teve como objetivo ministrar em sala de aula os principais tópicos sobre a eletrólise, compartilhando o conhecimento como os discentes sobre o histórico da

eletroquímica, tipos de células eletroquímicas, potencial-padrão de redução, tipos de eletrólise, série eletroquímica, eletrodeposição e eletrocoagulação, conforme detalhado na fundamentação teórica.

As atividades foram realizadas em duas aulas de 50 minutos e todas as informações trazidas pelos os alunos sobre o assunto garantia o diálogo e promovia a interação com todos os presentes.

2.3.2 Segundo momento – aula prática

Após a realização da aula expositiva dialogada, foi realizada uma aula experimental de 50 minutos sobre a eletrocoagulação da água contaminada por tinta de tecido. A atividade foi feita na sala de aula e os alunos utilizaram materiais de fácil acesso. Os modelos da SD e do roteiro da atividade experimental encontram-se respectivamente nos APÊNDICES B e C.

2.3.2.1 Material Utilizado

O **Quadro 5**, abaixo mostra a relação dos componentes utilizados no experimento:

Quadro 5 – Materiais apresentados aos alunos para a prática experimental da eletrocoagulação em sala de aula

Quant.	Fotos dos Materiais		Descrição do Material
2			Frasco de vidro
1			Funil de plástico para uso doméstico
2			Parafusos de ferro
1			Tinta para tingir roupa

1		Fio de cobre com duas garras de jacaré
1		Bateria de 12 V
1		Fita Isolante
2		Garra de ferro

Fonte: Própria (2018)

2.3.2.2 Montagem do Aparelho

A fim de tornar o sistema eletrolítico em perfeito estado de funcionando, cuidados como o manuseio dos materiais e segurança ao trabalhar com eletricidade foram adotados. Os seguintes passo a passo foram realizados:

- Adaptar o fio da bateria de 12 V com o fio de cobre contendo as garras de jacaré. Para isso, cortou-se a extremidade do cabo da bateria de 12 V, deixando os dois pedaços de fio desencapados com mais ou menos 3,0 cm de comprimento, os quais foram conectados aos dois fios de cobres contendo as garras de jacaré, um de cor preta e outro de cor vermelha. A conexão foi isolada com auxílio da fita isolante para garantir a segurança de quem manuseia do aparelho;

- Cada parafuso de ferro foi fixado à garra de ferro, onde ficará preso na lateral do recipiente e submerso;

- Realizar as conexões de cada garra de jacaré aos conjuntos “garra e parafuso”. Os conjuntos não devem ser tocados para não ocorrer curto-circuito.

- Adicionar 200 ml de água e em seguida 10 g de NaCl (sal de cozinha), aproximadamente 2 colheres de sal;

- Para a simulação da água contaminada por tinta de tecido, utilizou-se uma tinta azul de tecido;
- Ligar a bateria de 12 V adaptada a uma fonte de energia, a fim de ser verificada a ocorrência de dissolução por oxidação no eletrodo de ânodo e produção de bolhas no eletrodo de cátodo;
- Verificar também a mudança de coloração em torno do cátodo e formação de uma espécie de lama (hidróxido de ferro);
- Quando a água estiver com “lama” suficiente, então o experimento poderá ser encerrado e proceder à filtração por meio do funil de plástico doméstico contendo filtro de papel (coador de café); e
- Foi analisado o coletado, onde os alunos puderam discutir sob o aspecto visual da água filtrada com a água límpida.

2.3.2.3 Esquema da experimentação

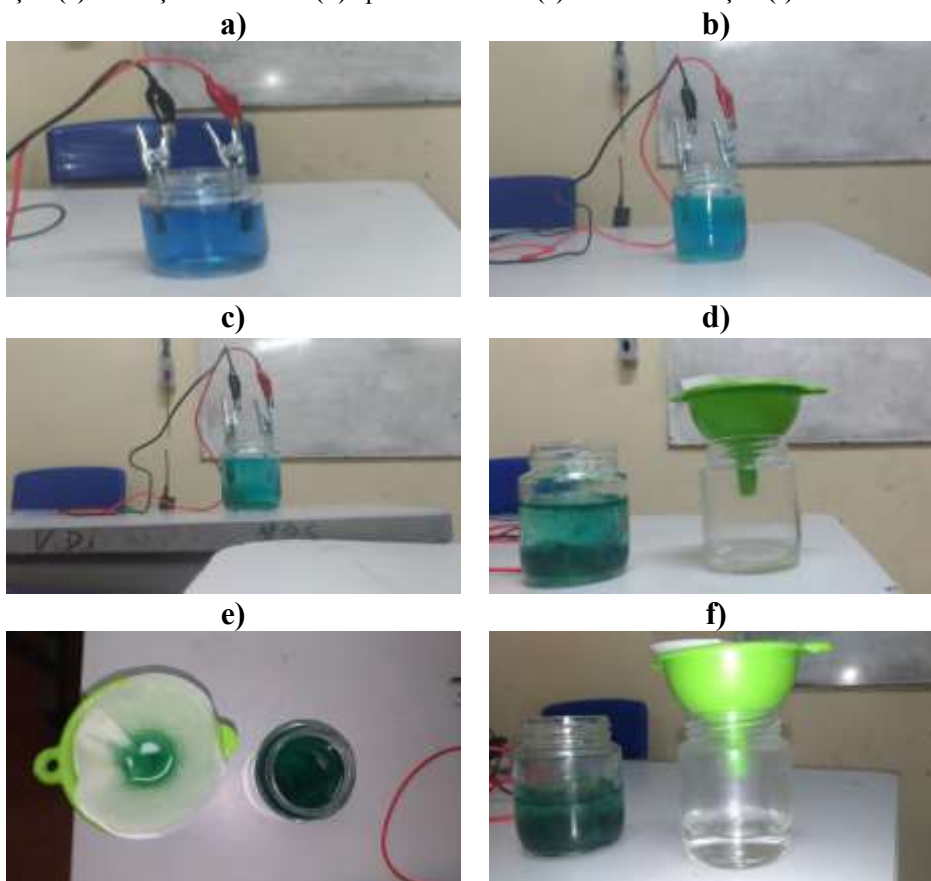
Figura 4 - Representação do sistema eletrolítico



Fonte: Própria (2018)

2.3.2.4 Realização do experimento em sala de aula

Figura 5: Experimento de eletrólise, (a) sistema não conectado à fonte de energia (b) início da eletrocoagulação (c) formação de “lama” (d) após 10 minutos (e) início da filtração (f) resultado da filtração



Fonte: Própria (2018)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

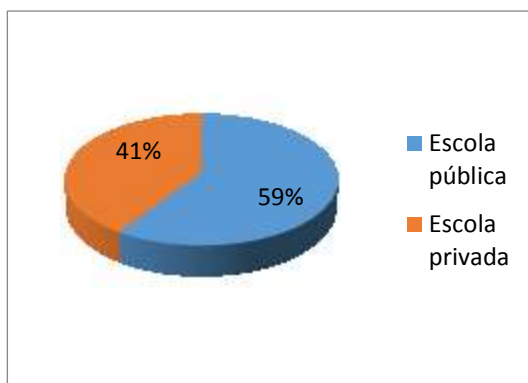
3.1 Discussões dos quesitos respondidos pelos professores

Após a análise das respostas dos professores, registradas em questionários impressos, têm-se os seguintes resultados desta pesquisa sobre a verificação de como o ensino de química está sendo abordado nas escolas, quanto à discussão do uso do experimento em eletrólise sob a ótica do contexto ambiental:

3.1.1 Quesito relativo ao quantitativo de escolas mencionadas pelos discentes

A **Tabela 2**, apresentada nesse trabalho, mostra que a maioria dos entrevistados leciona na rede de ensino público, ou seja, 59%, conforme demonstrado no **Gráfico 1**:

Gráfico 1 – Professores pesquisados que lecionam nas escolas de educação básica



Fonte: Própria

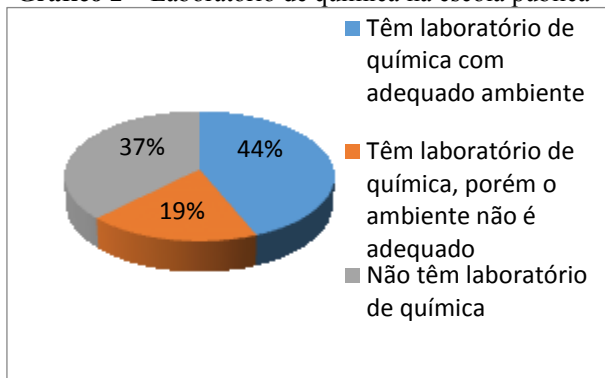
Apesar desse valor não representar o percentual da totalidade de professores de química que estão ensinando nos estabelecimentos de ensino público e privado do estado de Pernambuco, o valor serve de parâmetro demonstrativo e corrobora para demonstrar que os professores do ensino básico brasileiro estão inseridos, na sua maioria, na rede pública, onde, de acordo com último censo escolar da educação básica, publicado em 2017, 78,6% das escolas desse País estão sob responsabilidade dos municípios, estados e governo federal (BRASIL, 2017).

3.1.2 Grupo de questões relativas à existência de laboratório na escola

Dentre as escolas informadas pelos docentes, constatou-se que todas as escolas privadas, que possui o laboratório de química, mantêm esta estrutura adequada para realizar atividades experimentais, conforme dados constantes no **Gráfico 3**, enquanto que nas escolas públicas, possuidora de laboratório, não apresentou em sua totalidade boa adequação para se realizar atividades práticas, conforme dados constantes no **Gráfico 2**.

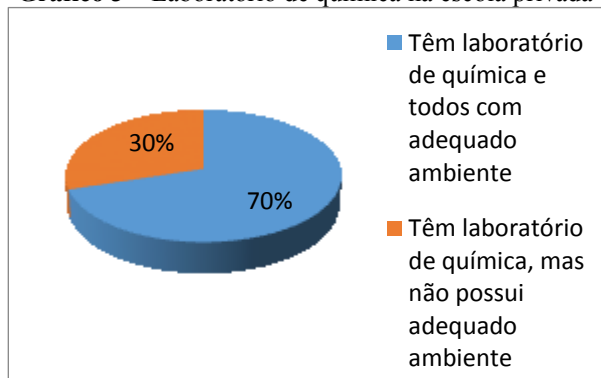
Diante desse questionamento sobre se há ou não laboratório na escola e se este ambiente é propício à realização de práticas experimentais, isto é, com vidrarias, reagentes e equipamentos de laboratório em boas condições, notou-se, de acordo com os dados do **Gráfico 4**, que apenas 10% dos docentes entrevistados disseram utilizar com muita frequência esse ambiente nas aulas de química, enquanto que a maioria disse que utiliza com frequência razoável e raramente.

Gráfico 2 – Laboratório de química na escola pública



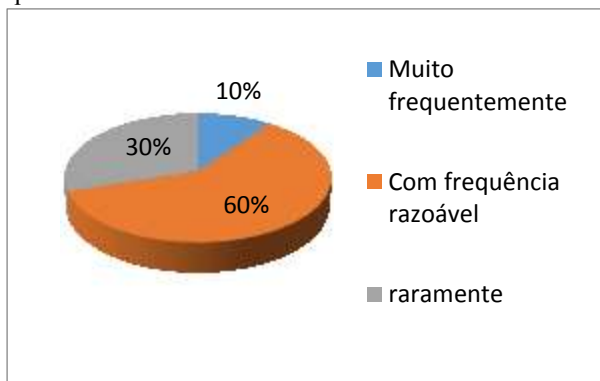
Fonte: Própria (2018)

Gráfico 3 – Laboratório de química na escola privada



Fonte: Própria (2018)

Gráfico 4 – Professores que utilizam atividades experimentais como recurso didático nas aulas de química



Fonte: Própria (2018)

Esses dados revelam que, apesar de haver laboratório de química em boas condições de uso na maioria das escolas informadas pelos professores, muitos docentes não utilizam com muita frequência o ambiente em suas aulas experimentais.

3.1.3 Quesito relativo à importância das atividades experimentais como estratégia didática de ensino

As justificativas apresentadas pelos professores sobre a importância do uso do experimento como estratégia didática para ensino de química foram opiniões embasadoras, do ponto de vista a considerar que o ensino por investigação, como método de ensino inovador, pode despertar o interesse dos alunos pela disciplina, conforme fundamentado na pesquisa de Silvério (2002).

Esse fator motivacional foi reforçado pelos entrevistados P1, P4 e P10, conforme assim descreveram:

Quadro 6 – Opiniões de P1, P4 e P10 quanto à estratégia de ensino por meio de atividades experimentais

P1	<i>“Pois favorece a aprendizagem dos conteúdos vistos em sala de aula, despertando o interesse e curiosidade dos alunos”.</i>
P4	<i>“Além do critério motivador, há o fato de que o abstrato passa a ser uma realidade”.</i>
P10	<i>“A experimentação é de suma importância para o ensino de química, pois motiva o aluno a buscar novos conhecimentos e a compreender mais a parte teórica”.</i>

Fonte: Própria (2018)

3.1.4 Grupo de questões relativas à abordagem do tema Educação Ambiental nas aulas de química

A maioria dos professores já ministrou algum tema referente à EA nas suas aulas de química, os quais também informaram que acham importante ministrar o referido tema. De fato, as opiniões deles sobre a inserção de temas transversais da EA no planejamento didático estão ligadas aos PCNs, visto que a construção do conhecimento, a partir de fatos reais dos alunos possibilita uma aprendizagem interdisciplinar, ou seja, garante uma ampla compreensão do tema estudado, em que vários saberes estarão envolvidos, contribuindo, assim, para superar os obstáculos da fragmentação do conhecimento e surgir debates críticos, que apontam para a solução de problemas de meio ambiente, conforme, assim, esclarece Evangelho e Pinheiro (2010).

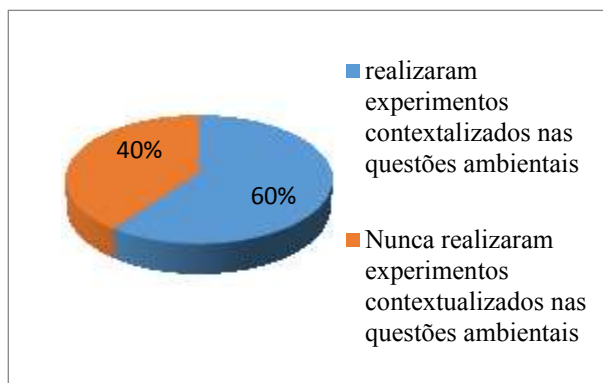
3.1.5 Quesito referente ao questionamento da atividade experimental que pode aproximar a química vista em sala de aula com o cotidiano do aluno

Diante desse questionamento, notou-se que a maioria dos professores concorda que as atividades experimentais podem sim levar a compreensão de determinado assunto da química visto em sala de aula e aproximar esse entendimento com a realidade do cotidiano do aluno. Esse esclarecimento é explicado por Silva *et al.* (2009), onde, para ele, o resultado da aprendizagem pode conferir um ganho de conhecimento ainda mais sólido.

3.1.6 Quesito referente ao questionamento se já realizaram alguma atividade experimental de química contextualizada com as questões ambientais

Apesar da maioria dos entrevistados informarem que já realizaram alguma vez experimento em química com abordagem referente às questões ambientais, observou-se que um número significativo de professores nunca realizou o experimento com esse enfoque, conforme dados constantes no **Gráfico 5**.

Gráfico 5 – Respostas dos professores quanto à realização de experimentos contextualizados nas questões

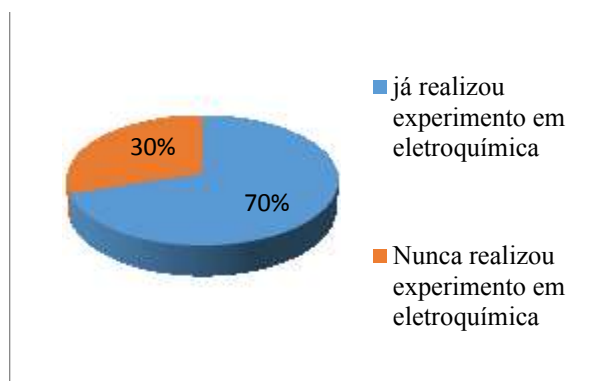


Fonte: Própria (2018)

3.1.7 Quesito referente ao questionamento se já realizaram algum experimento em eletroquímica como recurso didático nas aulas de química

O **Gráfico 6** mostra o quantitativo de professores que já realizaram algum experimento em eletroquímica em um dado momento da vida deles como profissionais.

Gráfico 6 – Respostas dos professores já realizaram algum experimentos em eletroquímica



Fonte: Própria (2018)

Dentre todos os experimentos realizados pelos 70% dos entrevistados, apenas P3, P5, P8 e P19 afirmaram que executaram algum tipo de experimento utilizando a eletrólise, conforme destacado e descrito no **Quadro 7**, o que demonstra que este experimento é pouco utilizado pelos docentes em sala de aula.

Quadro 7 – Experimento da Eletrólise realizado por P3, P5, P8 e P19

P3	<i>“Eletrólise de solução de $\text{NaCl}_{(aq)}$ com uma fonte de teclado e eletrodos de grafite”.</i>
P5	<i>“Já fiz a pilha com limão e também já confeccionaram um sistema de eletrólise materiais alternativos”.</i>
P8	<i>“Fizemos vários modelos de pilhas e eletrólise”.</i>
P19	<i>“Pilha de Daniell, eletrólise da água, aplicação da eletrólise no tratamento de água”.</i>

Fonte: Própria (2018)

3.1.8 Quesito referente à afirmação de que não é necessário utilizar o laboratório da escola para realizar experimentos de química de baixo custo

Diante desse questionamento, percebeu-se que a maioria concorda com a afirmativa de que não é necessária a estrutura física de um laboratório para realizar simples experimentos, pois podem ser realizados na própria sala de aula.

3.2 Resultados da aplicação da SD em sala de aula

A aula teórica dialogada consistiu na aprendizagem de conceitos básicos, principalmente da eletrólise, visto que esse tópico da eletroquímica seria necessário para que

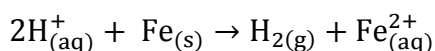
os alunos tivessem uma melhor concepção a respeito de reações de óxido-redução, tipos de células eletroquímicas e espontaneidade das reações.

Ainda, na aula teórica, também ficou evidenciado o entendimento sobre como prever as semi-reações químicas formadas da eletrólise da água com eletrodo de ferro, a partir do uso da tabela de séries eletroquímicas.

Portanto, de posse dessa tabela, os alunos constataram que, como a energia do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH) (6.1) é maior do que o eletrodo de ferro (6.2), então, o hidrogênio é capaz de oxidar o ferro para formar gás hidrogênio.



A equação completa será:

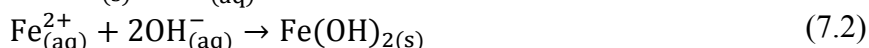


Isto posto, após terem um conhecimento sucinto do assunto desenvolvido em sala de aula e diante da argumentação de que a eletrólise utiliza a corrente elétrica para formar novas espécies químicas, onde estas poderão atuar como agentes capazes melhorar o ambiente, sobretudo, para o tratamento de água, foi apresentado para eles, em sala de aula, na 2ª atividade da SD, o experimento da eletrocoagulação utilizando materiais de fácil acesso.

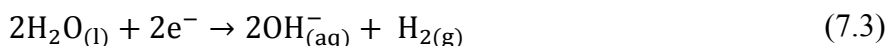
À medida em o sistema eletrolítico estava em funcionamento, as semi-reações foram escritas no quadro branco, a fim de que auxiliassem os estudantes a entenderem o fenômeno da eletrólise ocorrido durante o experimento.

Essa atividade prática foi adaptada do experimento de Ibanez (2002) para remoção de corantes, utilizando um eletrodo de ferro, e as etapas do processo de eletrocoagulação foram baseadas por Crespilho e Rezende (2004 apud Neto *et al.* 2011):

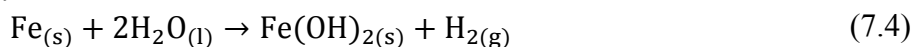
No ânodo:



No cátodo:



Equação Global:



1ª Etapa: No ânodo (7.1), o cátion Fe^{2+} reagirá com a água para formar $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (7.2);

2ª Etapa: o $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (7.2) entrará em contato com a impureza que, nesse caso, será a tinta de tingimento de roupas, gerando os flóculos; e

3ª Etapa: Nessa etapa, ocorre o processo de separação das partículas sólidas, ou seja, os flóculos de $\text{Fe}(\text{OH})_2$ foram suspensos devido à formação de H_2 , no cátodo (7.3).

Foi explicado para os alunos que o $\text{Fe}(\text{OH})_2$, o qual continha partículas da tinta azul de tecido, seria o poluente e sua remoção foi realizada por meio de uma filtração simples.

Verificou-se que, apesar do conteúdo teórico trazido em sala de aula para os alunos da EJA II e III ser complexo para a maioria deles, uma vez que nunca viram o assunto, o objetivo do 1º momento da SD foi alcançado, pois, diante do debate sobre alguns conceitos da eletrólise e da utilização deste conhecimento que permite minimizar o impacto ambiental em corpos d'água, foi observado o interesse e a curiosidade quanto à realização do fenômeno eletroquímico.

No 2º momento da SD, o objetivo da prática experimental realizada em sala de aula foi bastante satisfatório, pois puderam aprimorar o conhecimento do assunto teórico e constatarem visualmente a eficácia dessa atividade. Nesse caso, o resultado do experimento foi a observação da filtragem simples da água contaminada por tinta para tingimento de roupas, em que a água ficaria límpida – o que muitos acharam interessante o fenômeno da eletrocoagulação trazido para aquele ambiente escolar, conforme foi analisado após o término da intervenção com o resultado de um questionário realizado por 10 alunos. O modelo do referido documento encontra-se no APÊNDICE D.

As perguntas foram as seguintes:

- O conceito de Eletrólise ficou mais fácil após a realização do experimento?
- O experimento da Eletrocoagulação realizado em sala de aula pode ajudar a realizar o tratamento de água contaminada?
- O experimento da Eletrocoagulação realizado em sala de aula pode trazer reflexo que possibilite o tratamento de um grande volume de águas residuais?

Após a coleta dos dados referente a esse questionário, pude constatar que os alunos pesquisados compreenderam ao conceito de eletrólise a partir do experimento da eletrocoagulação, bem como todos foram unânimes ao informar que o experimento da eletrocoagulação pode sim ser usado para realizar tratamento de água, tanto em pequena e grande escala.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de pesquisa foi caracterizado inicialmente pela busca de informações a cerca da relevância da atividade experimental denominada de eletrocoagulação, diante da perspectiva que a referida prática propiciava uma aprendizagem voltada para a educação ambiental.

De fato, após os resultados das análises das questões respondidas pelos professores colaboradores, pude me deparar que muitos deles vêm trabalhando alguns experimentos de química em sala de aula, no entanto, o que se viu nas amostras sobre o uso do experimento em eletrólise com abordagem ambiental, foi um resultado mínimo de atividades com essa ênfase, apesar de 60% deles informarem que já realizou algum tipo de experimento contextualizado com o meio ambiente, porém apenas um professor, dos 20 pesquisados, confessou que fez um experimento da eletrólise para o tratamento da água.

Na intervenção feita na escola, cresce em importância a aplicação de atividades experimentais voltadas para o cotidiano dos alunos, pois, conforme foi constatado na análise de dados dos discentes, o aprimoramento do conhecimento teórico sobre o assunto eletrólise, associado a um entendimento de que esse tema pode sim contribuir para auxiliar no tratamento de água é recomendável do ponto de vista a garantir uma aprendizagem mais eficaz.

Diante da relevância que esse trabalho trouxe, é preciso que toda a comunidade escolar esteja engajada com o propósito de fazer valer o que os amparos legais e documentos oficiais recomendam sobre a importância de trazer para a sala de aula o tema transversal: Educação Ambiental, conforme foi bem fundamentado por Cardoso (2011); Evangelho e Pinheiro (2010); e Jacobi (2005), pois o aluno reflexivo e participativo contribui para minimizar as mazelas da sociedade, e isto é garantido quando professores, direção da escola, pais e funcionários da escola estão em um único propósito – que é o de tornar o estudante um ser social.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.W.; JONES, L.L;. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. São Paulo: Bookman, 2001. 914 p.

BATISTA, C. H.; SOUSA, N. O. N.; SANTOS, L. D.; CRUZ, M. C. P. Célula eletrolítica para eletrodeposição de prata e as concepções dos alunos numa experimentação investigativa. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8, 2016. **Anais...**, Florianópolis-SC, 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Brasília: MMA, 2005.

BRASIL. Constituição, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, out 1988.

BRASIL. DECRETO Nº 73.030, DE 30 DE OUTUBRO DE 1973. **Camara dos Deputados**. Brasília, DF, out 1973. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-73030-30-outubro-1973-421650-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 12 jun 2018.

BRASIL. LEI Nº 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF, abr 1999. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em 13 jun 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais+: Ensino Médio - Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2006.

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

BRASIL. Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. **Orientações Teórico- Metodológicas. Educação de Jovens e Adultos**. Química. Recife: SEE PE, 2012).

CALDAS, B. S.; CAMARA, C. A. P. Comparação de sistemas de tratamento de efluentes por eletrocoagulação/eletroflotação para reuso da água utilizando eletrodos de alumínio e de ferro. IN: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19, 2010. **Anais...**, Guarapuava-PR, 2010.

CARDOSO, K. M. M. **Educação Ambiental nas escolas**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

CHAPANI, D.; CAVASSAN, O. O Estudo do Meio como Estratégia para o Ensino de Ciências e Educação Ambiental. **Revista Mimesis Ciências Humanas**, v. 18, n. 1, p. 19-39, 1997.

EVANGELHO, S. D.; PINHEIRO, K. D. Educação ambiental na escola: conscientização da necessidade de proteção contra a radiação ultravioleta. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET-CT/UFSM)**. v. 1, n. 1, p. 85-98, 2010.

FINAZZI, G. A.; MARTINS, C. N.; CAPELO, M. D.; FERREIRA, L. H. Desenvolvimento de experimento didático de eletrogravimetria de baixo custo utilizando princípios da química verde. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 112-117, 2016.

FOGAÇA, J. R. V. Eletrólise da água. **Mundo Educação**, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 5 jun 2018.

FOGAÇA, J. R. V. Eletrólise em meio aquoso. **Mundo Educação**, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 7 jun 2018.

FOGAÇA, J. R. V. Eletrólise. **Mundo Educação**, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 05 jun 2018.

FOSECA, M. R. M. **Química: Físico-Química**. São Paulo: FTD, 1992.

GALIAZZI, C. M.; GONÇALVES, P. F.. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova na Escola**. v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

IBANEZ, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos: I - Tratamento de Soluções Aquosas. **Química Nova na Escola**, n. 15, 2002, p. 45-48.

JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**. v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**. v. 12, n. 136, p. 98, 2012.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-Learning Sequences. Aims and tools for science education. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

NETO, S. A. N.; MAGRI, T. C.; SILVA, G. M.; ANDRADE, A. R.; Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. **Química Nova**. v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

OKI, M. C. M. Eletricidade e a Química. **Química Nova na Escola**. n. 12, p. 34-37, 2000.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

SILVÉRIO, J.. **Atividades experimentais em sala de aula para o ensino da química: percepção dos alunos e professor**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

SKOOG, A.D., WEST, D.M., HOLLER, F.J., CROUCH, R.S. **Fundamentos de Química. Analítica**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 999 p.

SOUZA, R. S. A contextualização e a problematização no ensino de ciências. In: LIMA, A. A.; SOUZA, R. S. (Org.) **Ensino médio nas ciências naturais: fundamentos teóricos e vivências didáticas**. Recife: MXM Gráfica & Editora, p. 25, 2016.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, C. R. O bicentenário da invenção pilha elétrica. **Química Nova na Escola**. n. 11, p. 35-39, 2000).

VOGEL, A. I. **Química analítica qualitativa**. 5 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

APÊNDICE A - Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados – professores

	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA	
---	--	---

Este questionário destina-se a uma investigação no âmbito de uma monografia, a qual posteriormente será apresentada à Coordenação do Departamento de Licenciatura em Química da UFRPE. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (monografia). Caso queiram se identificar na referida pesquisa monográfica, fiquem à vontade, porém será preservado o anonimato dos entrevistados.

Graduando: Thiago Ramos da Silva

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Kátia Cristina Silva de Freitas

INSTRUMENTO DE PESQUISA UTILIZADO NA COLETA DE DADOS – PROFESSORES

1 - Qual o nome da escola que você ensina? Informar se a escola é da rede pública ou privada.

2 - Utiliza atividades experimentais como recurso didático nas aulas de Química?

a) muito frequentemente

b) com frequência razoável

c) raramente

d) nunca

3 - Há laboratório de Química na escola em que você ensina?

a) sim

b) não

4 - Caso tenha laboratório de Química na escola em que você ensina, o ambiente é adequado para realizar atividades experimentais?

a) sim

b) não

5 - Você acha que as atividades experimentais são estratégias importantes para o ensino de Química? Justifique sua resposta.

a) sim

b) não

c) mais ou menos

6 - Você acha que a realização de experimentos pode aproximar a Química vista em sala de

aula com o cotidiano do aluno? Justifique sua resposta.

- a) sim
b) não
c) mais ou menos

7 - Você aborda temas da Educação Ambiental nas aulas de Química?

- a) sim
b) não

8 - Você já realizou alguma atividade experimental de Química contextualizada com as questões ambientais? Se sim, qual(s) o(s) experimento(s)?

- a) sim
b) não

9 - Você já ministrou o assunto eletroquímica no ensino médio? Se sim, diga qual a série do ensino médio?

- a) sim
b) não

10 - Sobre o assunto de eletroquímica ministrado em sala de aula, você já utilizou como recurso didático algum experimento em eletroquímica? Se sim, diga qual foi o experimento?

- a) sim
b) não
c) nunca ministrei essa aula

11 - Você acha importante ministrar aulas de Química contextualizada com as questões ambientais?

Se sim, por quê?

- a) sim
b) não

12 - Você concorda que não é necessário utilizar o laboratório da escola para realizar simples experimentos de Química de baixo custo? Caso a sua resposta seja não, justifique.

- a) sim
b) não

APÊNDICE B – Sequencia Didática

CONTEÚDO:

Breve histórico da eletroquímica; tipos de células eletroquímicas; potencial-padrão de redução; tipos de eletrólise; série eletroquímica eletrodeposição; e eletrocoagulação.

OBJETIVO GERAL:

Desenvolver conhecimento na área de eletroquímica e sua aplicabilidade, com enfoque no contexto da educação ambiental.

AULA(S):

Serão necessárias três aulas geminadas, totalizando 150 minutos. O tempo para o planejamento da aula não será computado para esta SD.

TEMA:

Eletrólise: perspectiva para uma Educação Ambiental.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- Mostrar a importância da eletrólise como método eletroquímico para o tratamento de soluções aquosas;
- Conhecer os processos de oxidação e redução e suas implicações relativas ao tratamento de soluções aquosas; e
- Realizar uma prática experimental sobre a eletrocoagulação.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

As informações trazidas pelos alunos relativos aos impactos ambientais em corpos d'água devido ao lançamento indiscriminado de resíduos orgânicos e inorgânicos serão conhecimentos importantíssimos que subsidiarão no processo de ensino-aprendizagem.

ESTRATÉGIAS:

Como estratégia didático-pedagógica o planejamento da aula está baseado em aula teórica e experimental com a metodologia problematizadora.

MOTIVAÇÃO:

O uso de atividades experimentais em eletrólise em sala de aula e suas contribuições para o conhecimento científico no contexto social dos alunos.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Livro didático, quadro branco, piloto, roteiro de experimento e materiais e reagentes para realização da prática da eletrocoagulação: Frasco de vidro, Funil de plástico para uso doméstico, Parafusos de ferro, Tinta para tingir roupa, Fio de cobre com duas garras de jacaré, Bateria de 12 V, Fita Isolante e Garra de ferro.

TEMPO ESTIMADO PARA AULA:

Três aulas geminadas de 50 minutos cada, totalizando 150 minutos, sendo 100 minutos para aula teórica e 50 minutos para aula experimental da eletrocoagulação.

DESENVOLVIMENTO:

Aula 01 (100min)

Ministrar em sala de aula os principais tópicos sobre a eletrólise, compartilhando o conhecimento como os discentes sobre o histórico da eletroquímica, tipos de células eletroquímicas, potencial-padrão de redução, tipos de eletrólise, série eletroquímica, eletrodeposição e eletrocoagulação. Serão abordados os processos de eletrodeposição e eletrocoagulação, como forma de agregar o conhecimento adquirido em sala de aula sobre a eletrólise com a atividade industrial que a eletrodeposição (galvanoplastia) poderá trazer; e a contribuição envolvendo a eletrocoagulação para a solução de problema ecológico.

Aula 02 (50min)

Realizar um experimento de eletrocoagulação (eletrofloculação), simulando a retirada de corantes de efluentes industriais. O experimento será realizado em sala de aula, não necessitando do laboratório.

Procedimento experimental:

- adaptar o fio da bateria de 12 V com o fio de cobre contendo as garras de jacaré.
- fixado à garra de ferro em dois parafusos de ferro, onde ficará preso na lateral do recipiente e submerso;
- realizar as conexões de cada garra de jacaré aos conjuntos “garra e parafuso”. Os conjuntos não devem ser tocados para não ocorrer curto-circuito.
- adicionar 200 ml de água e em seguida 10 g de NaCl (sal de cozinha), aproximadamente 2 colheres de sal;
- para a simulação da água contaminada por tinta de tecido, utilizou-se uma tinta azul de tecido;
- ligar a bateria de 12 V adaptada a uma fonte de energia, a fim de ser verificada a ocorrência de dissolução por oxidação no eletrodo de ânodo e produção de bolhas no eletrodo de cátodo;
- verificar também a mudança de coloração em torno do cátodo e formação de uma espécie de lama (hidróxido de ferro);

- h) após a água estiver com “lama” suficiente, então o experimento poderá ser encerrado e proceder à filtração por meio do filtro de plástico doméstico contendo filtro de papel (coador de café); e
- i) analisado o coletado e discutir sob o aspecto visual da água filtrada com a água límpida.

AVALIAÇÃO:

- Avaliação participativa, verificando a contribuição do aluno no processo de ensino-aprendizagem, por meio de perguntas orais; e
- Após a realização do experimento, os alunos responderam a um questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FOSECA, M. R. M. **Química: Físico-Química**. São Paulo: FTD, 1992

IBANEZ, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos: I - Tratamento de Soluções Aquosas. **Química Nova na Escola**, n. 15, 2002, p. 45-48.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, C. R. O bicentenário da invenção pilha elétrica. **Química Nova na Escola**. n. 11, p. 35-39, 2000)

APÊNDICE C – Experimento

ROTEIRO DE AULA EXPERIMENTAL

Aluno: _____

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

Observação: *o aluno deverá preencher o cabeçalho e ler com atenção este roteiro de aula*

Tema: Eletrocoagulação no Contexto da Educação Ambiental

Questão-problema: Ao contrário das células galvânicas, as células eletrolíticas necessitam de uma fonte de energia elétrica para obter espécies químicas no sentido não espontâneo das reações. Uma das técnicas que utilizam esses tipos de células, por exemplo, é a Eletrocoagulação/Eletrofloculação (EC/EF), que consiste na dissolução eletrolítica do metal oxidado, para formar agentes coagulantes com o íons OH^- , formado a partir da hidrólise da água. Portanto, pergunta-se: *o experimento da eletrocoagulação pode ser realizado em sala de aula como experimentos de baixo custo?*

Objetivos: Apresentar o conceito de Eletrólise a partir do uso do experimento da EC/EF; contextualizar o processo da EC/EF com os fatores ambientais; e investigar as reações que ocorrem nos eletrodos do ânodo e do cátodo.

Materiais: 1 (uma) bateria de 12V, 2 (dois) recipientes de vidro aberto, 2 (dois) conectores tipo “garra jacaré”, 2 (dois) parafusos de ferro, cloreto de sódio (sal de cozinha); corante; 2 prendedores de metal; funil de plástico; e filtro de café.

Procedimento experimental:

- adicionar cerca de 100mL (aproximadamente um copo médio) de água da torneira no recipiente de vidro aberto;
- logo em seguida, adicionar ao volume de água cerca de 300 mg (3 colheres de café) de sal de cozinha (NaCl) e misturar bem;
- conectar os pregos (eletrodos) nos prendedores de metal e prendê-los nas “garras jacarés”;
- prender duas laterais do recipiente de vidro com o prendedor de metal. Os pregos não podem ser tocados para não ocorrer curto-circuito;
- adicionar na solução 1 (uma) colher de café de tinta para tingir tecidos;
- ligar a fonte de corrente contínua de 12V conectada aos eletrodos e observar formação de bolhas produzidas no cátodo e dissolução por oxidação no ânodo;
- marcar o tempo até que a solução volte a clarificar; e
- ao final da atividade experimental, os alunos deverão discutir os resultados e observações quanto ao uso do dispositivo para o tratamento de soluções aquosas.

APÊNDICE D – Pergunta aos alunos após a realização da atividade experimental



Este questionário destina-se a uma investigação no âmbito de uma monografia, a qual posteriormente será apresentada à Coordenação do Departamento de Licenciatura em Química da UFRPE. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (monografia). Caso queiram se identificar na referida pesquisa monográfica, fiquem à vontade, porém será preservado o anonimato dos entrevistados.

Graduando: Thiago Ramos da Silva

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Kátia Cristina Silva de Freitas

INSTRUMENTO DE PESQUISA UTILIZADO NA COLETA DE DADOS – ALUNOS

1 - O conceito de Eletrólise ficou mais fácil após a realização do experimento?

2 - O experimento da Eletrocoagulação realizado em sala de aula pode ajudar a realizar o tratamento de água contaminada?

3 - O experimento da Eletrocoagulação realizado em sala de aula pode trazer reflexo que possibilite o tratamento de um grande volume de águas residuais?
