



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

JOHNIES JAAZIEL MATIAS DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO PARA ABORDAR OS CONTEÚDOS DE ELETRÓLISE E DE
MEIO AMBIENTE NO ENSINO MÉDIO**

Recife

2019

JOHNIES JAAZIEL MATIAS DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO PARA ABORDAR O CONTEÚDO DE ELETRÓLISE NO
ENSINO MÉDIO**

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
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE

Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

O48p Oliveira, Johnies Jaaziel Matias de

Proposta de uma seqüência didática baseada no ensino por
investigação para abordar os conteúdos de eletrólise e de meio
ambiente no ensino médio / Johnies Jaaziel Matias de Oliveira. –

2019.

43 f. : il.

Orientadora: Kátia Cristina Silva de Freitas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –

Universidade

Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química,

Recife,

BR-PE, 2019.

Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Química – Estudo e ensino 2. Eletrólise 3. Prática de
ensino

I. Freitas, Kátia Cristina Silva de, orient. II. Título

CDD 540

OLIVEIRA, Johnies Jazziel Matias de.

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO PARA ABORDAR O CONTEÚDO DE ELETROLISE NO
ENSINO MÉDIO**

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

Prof. Dr.
Manoel de Farias Souza Filho

Prof. Dra.
Suzana Pereira Vila Nova

*Dedico este trabalho a Deus, a meus familiares e amigos que,
com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu
chegasse até esta etapa da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido essa oportunidade de iniciar e conseguir concluir mais uma etapa na minha vida;

A minha mãe e meu pai, Aurenize e Roberto, e a minha irmã, Rayssa, por terem estado comigo em toda essa minha trajetória, por terem me apoiado e por me ajudarem a sempre seguir em frente;

A toda minha família, minhas tias em especial, que sempre me apoiaram e me incentivaram a nunca desistir. Minhas primas e primos, que juntos me deram forças.

A minha orientadora professora Kátia, que aceitou ao meu pedido para ser seu orientando. Agradeço pela paciência que teve comigo e pelos conselhos e ensinamentos.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação. À professora Verônica que também me guiou na construção deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos da universidade, Ádrya, Eduarda, Rodrigo e Thaís, que estiveram sempre comigo, me ajudando e me motivando a continuar.

Aos meus amigos, em especial Samylles que teve paciência de ler e aos que me ajudaram a organizar meu trabalho. Também a Junior e a Jéssica que me motivavam em cada etapa da minha vida.

Agradeço aos meus amigos do LSA (Laboratório de Saneamento Ambiental) da UFPE Danúbia, Amanda, Luíz, Larissa, Paulo, Shyrlane, Rhayssa, que durante dois anos me acolheram, me aturaram e me ensinaram muito.

Por fim, a todos que contribuíram de alguma forma na minha vida para eu chegar até aqui.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho concentra-se na proposta e análise de uma sequência didática sobre a temática “Pilhas”. A sequência foi elaborada para o desenvolvimento do conteúdo de eletrólise para turmas de 2º ou 3º ano do ensino médio. A construção da sequência foi baseada no Ensino por Investigação. Foi adotado o seguinte procedimento metodológico: 1) Elaboração da sequência didática com tema Pilhas, 2) Análise do processo de elaboração da sequência didática. Os resultados mostram que a estruturação da sequência didática apresenta características de Ensino por investigação e contemplam elementos das dimensões epistêmicas e pedagógicas. Avaliamos que essa sequência didática, por ter sua contextualização em um tema do cotidiano, permite que os alunos tenham uma participação mais ativa, gerando discussões e debates a partir de problemas, questionários e atividades experimentais. Por fim, essa sequência também faz com que houvesse uma sensibilização ambiental sobre o descarte incorreto das pilhas e os seus riscos.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Atividade experimental; Pilhas; Eletrólise; Sequência didática;

ABSTRACT

This word focuses on the proposal and analyses of a didactic sequence on the theme “Battery”. The sequence was elaborated for the development of the electrolysis contends in class of the 2nd or 3 and year of high school. The following methodological procedure was adopted: 1) Development of the Didactic Sequence on the theme Battery, 2) Analysis of the process of elaboration of the didactic sequence. The results show that the structure of the didactic sequence present characteristics teaching through research and bring elements of the dimensions of the epistemic and pedagogical. We have evaluated that this didactic sequence, because its contextualization in a daily theme, allows the students to have a more active participation, generating discussions and debates based on problems, questionnaires and experimental activities. Finally, this sequence also leads to environmental awareness of the incorrect disposal of batteries and their risks

Keywords: Teaching through research; Experimental activities; Battery; electrolysis; Didactic sequence;

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Níveis de investigação no laboratório de ciências	17
Quadro 2. Descrição do 1º encontro.....	27
Quadro 3. Descrição do 2º encontro.....	28
Quadro 4. Descrição do 3º encontro	29
Quadro 5. Descrição do 4º encontro	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Célula Galvânica	22
Figura 2. Esquema geral de uma eletrólise.....	22
Figura 3. Eletrólise do Cloreto de Sódio fundido.....	24
Figura 4. Ionização ou dissociação de eletrólito em água	25

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
1.1. Experimentação no ensino de química	14
1.2. Ensino por Investigação.....	16
1.3. Situação problema.....	18
1.4. Sequência Didática	19
1.5. Eletroquímica.....	20
1.5.1. Tipos de célula eletrolítica.....	21
1.5.1.1. Galvânica	21
1.5.1.2. Eletrolítica	22
1.5.2. Tipos de eletrólise	23
1.5.2.1. Eletrólise Ígnea	23
1.5.2.2. Eletrólise Aquosa.....	24
1.5.3. Série Eletroquímica	25
2. METODOLOGIA.....	27
3. ANÁLISE DA FASE DE ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICES	35
APÊNDICE I - Situação problema.....	35
APÊNDICE II - Atividade diagnóstica	36
APÊNDICE III - Atividade experimental	37
APÊNDICE IV- Atividade Papa pilhas.....	39
ANEXOS	40
ANEXO I - Vídeo.....	40
ANEXO II - Textos complementar I	41
ANEXO III - Textos complementar II	43

INTRODUÇÃO

A disciplina de Química faz parte do programa curricular do Ensino Fundamental e Médio, seu aprendizado deve envolver a construção do conhecimento científico de forma que os alunos consigam associar os conteúdos aprendidos com o cotidiano.

O método de ensino tradicional, com sua metodologia limitada, faz com que haja uma maior dificuldade para que os alunos assimilem os conteúdos passados. As aulas experimentais nesse tipo de ensino são, na maioria dos casos, expositivas, em que não se necessita de um pensamento crítico para se chegar a uma conclusão, geralmente apenas com a observação visual se consegue chegar ao resultado.

Devido ao método de ensino tradicional mostrar-se ineficiente novas metodologias de ensino foram criadas, uma delas foi o ensino por investigação. Esse tipo de ensino busca criar condições favoráveis para facilitar a construção do conhecimento científico. Tal metodologia tem por estratégia trazer os conteúdos de uma forma contextualizada, com situações do cotidiano dos alunos. O ensino por investigação se inicia com um problema, que é criado com a finalidade de inserir o aluno em um contexto do cotidiano, a fim de promover e despertar a curiosidade e o interesse dos alunos para resolverem o problema. Esse método permite que os alunos desenvolvam habilidades de resolução de problemas e sejam capazes de refletir, questionar, argumentar etc. A experimentação envolvida nessa metodologia é do tipo investigativa, em que o aluno tem uma participação progressiva em todo o processo.

Dentre os conteúdos abordados no ensino médio está o de eletrólise. Uma forma de contextualização desse assunto é através da temática de descarte de pilhas. As pilhas são fontes de energia elétrica produzida a partir de reações químicas e quando utilizadas não causam riscos ao meio ambiente e nem à saúde. Porém, quando descartadas de forma irregular, trazem riscos ao meio ambiente, devido a sua composição conter substâncias tóxicas e prejudiciais a saúde e ao meio ambiente. Além disso, as pilhas descartadas no meio ambiente podem causar reações e assim modificá-lo. Os riscos do descarte incorreto das pilhas podem ser utilizados para a contextualização do conteúdo e criar condições para sensibilizar os alunos sobre tal situação.

Objetivo Geral

- Propor uma sequência didática, baseada no ensino por investigação, sobre eletrólise com a temática de Pilhas.

Objetivos Específicos

- Desenvolver uma sequência didática (SD) com a temática Pilhas para abordagem do conteúdo de eletrólise.
- Elaborar uma prática experimental em eletrólise voltada à Educação Ambiental.
- Sensibilizar os alunos sobre a importância do descarte correto de pilhas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A química é a ciência que estuda a matéria, as transformações químicas e as variações de energia envolvidas nessas transformações. Ela está presente em tudo e seu estudo é de grande importância. Essa disciplina é trabalhada com intensidade no ensino médio.

O ensino tradicional trabalha a disciplina de química de uma forma que os alunos tenham que decorar inúmeras fórmulas, nomenclaturas, reações e propriedades. Tal abordagem faz com que haja o desinteresse por parte dos alunos e não há uma conectividade entre os conceitos trabalhados na sala e o mundo real, criando uma barreira entre a teoria e o cotidiano dos alunos. Isso faz com que os alunos não se tornem cidadãos críticos, que podem discutir relações que envolvam química (SILVÉRIO, 2012).

Partindo do princípio que a Química surgiu de uma ciência experimental, onde os modelos e conceitos foram desenvolvidos a partir de observações experimentais, surge à ideia de incluir a experimentação no ensino. As aulas experimentais são de grande importância no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Química. Durante muito tempo as atividades experimentais eram trabalhadas como uma sequência rígida a serem seguida que dificilmente permitia raciocínio e questionamento. Apesar disso, apenas nas últimas décadas houve uma preocupação entre relacionar as atividades experimentais e os conteúdos com uma contextualização nas aplicações do cotidiano (MERÇON, 2003).

O conhecimento envolvido no ensino de química pode ser abordado de três formas: a fenomenológica, em que relaciona o conhecimento que apresenta uma visualização concreta; a teórica, que são as explicações baseadas em modelos e teorias que tentam explicar os fenômenos; e a representacional, que tem uma linguagem característica, englobando as fórmulas, equações, entre outros.

Tentando englobar os três tipos de abordagem, a experimentação apresenta várias contribuições para ensino e aprendizagem. Carvalho et al (2005) cita algumas contribuições das atividades experimentais no ensino de ciências, dentre elas, estão:

- Motivar e despertar a atenção dos alunos;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;

- Desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- Estimular a criatividade;
- Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- Aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
- Aprender conceitos científicos;
- Detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
- Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- Para compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- Para aprimorar habilidades manipulativas;

Araújo e Abib (2003) classificam as atividades experimentais em três tipos de abordagem:

a) Atividades de demonstração: são atividades demonstrativas em que o professor executa o experimento e os alunos observam os fenômenos. Essas atividades são utilizadas para tornar mais perceptível aos alunos os conteúdos trabalhados. Esse tipo de experimentação, geralmente, realizada no início da aula, tem a finalidade de despertar o interesse do aluno. São atividades que podem ser realizadas quando na escola não tem materiais suficientes para divisão em grupos, ou não dispõe de espaço adequado para se realizar o experimento (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Nessa modalidade o professor é fundamental, pois ele irá montar e realizar o experimento, além de relatar todos os fenômenos, com a finalidade de proporcionar uma melhor compreensão do conteúdo aos alunos (GASPAR; MONTEIRO, 2005). Apesar de ser um tipo de estratégia mais motivacional esse tipo de abordagem pode contribuir, também, na parte da construção do conhecimento, basta o professor organizar uma sequência que possibilite isto.

b) Atividades de verificação: são atividades com a finalidade de verificação de alguma lei ou teoria trabalhada. Esse tipo de atividade proporciona ao aluno a capacidade de interpretar os fenômenos que são observados, por serem experimentos simples, articulando com o conhecimento científico envolvido (ARAÚJO; ABIB, 2003).

O professor tem o papel de proporcionar questionamentos e oportunidades dos alunos visualizarem e compreenderem os fenômenos que estão acontecendo,

ministrando e planejando a aula de forma a chegar a um objetivo final. Essas aulas experimentais devem ser realizadas após a aula expositiva.

c) Atividades de investigação: são atividades que permitem ao aluno uma maior participação na construção do conhecimento, pois o aluno está envolvido em todas as etapas do processo, desde a interpretação a solução do problema. Diferentemente dos outros tipos de atividades experimentais, essa traz oportunidade para que os alunos possam analisar, coletar dados, elaborar hipóteses e discutir os conteúdos envolvidos (SUART; MARCONDES, 2008). Nessa modalidade a atividade experimental pode ser aplicada antes ou durante a discussão do conteúdo. Os resultados obtidos pelos experimentos não são muito previsíveis e as respostas não são fornecidas diretamente pelo professor.

O papel do professor nessa modalidade é fazer com que os alunos investiguem, busquem respostas, sempre orientando os estudantes para o meio esperado. Tem também o papel de mediador entre os alunos e as tarefas a serem executadas. Segundo Borges (2002), esse tipo de experimentação é a mais trabalhosa, exigindo mais tempo, atenção e o auxílio do professor. Apesar disso, essa metodologia melhora o envolvimento dos alunos com o professor.

1.2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Essa modalidade de ensino apresenta uma proposta em que o aluno é o protagonista. CLEOPHAS (2016, p. 270) fala que a ideia central desse tipo de ensino é:

Propiciar condições favoráveis aos alunos para que construam o conhecimento científico, sendo capazes de refletir, questionar, argumentar, interagir etc., mobilizando, assim, distintos conhecimentos, previamente adquiridos na escola ou em sua vida cotidiana, a fim de resolver uma determinada questão ou situação-problema que é imposta por este tipo de ensino.

Sendo assim, cabe ao aluno propor soluções para o determinado problema, promovendo uma maior autonomia sobre sua aprendizagem. Observações, planejamento, tomada de decisão e o levantamento de hipóteses são feitas pelos alunos para que consigam relacionar a atividade com o conhecimento teórico envolvido.

Esse tipo de ensino, quando aplicado de maneira correta, ajuda os alunos a construírem o conhecimento científico. O ensino por investigação pode partir de um problema inicial, com a finalidade de gerar conflito no aluno. Cabe ao professor fazer

com que os alunos consigam debater, questionar e relacionar o conhecimento aprendido na sala de aula em outras situações e guiá-los para que consigam resolver o problema (AZEVEDO, 2004).

No ensino por investigação o conceito de problema não deve ser confundido com o de exercício. Um exercício pode ser entendido como uma operação de repetição de procedimentos, utilizações de fórmulas que pode auxiliar na fixação operacional para se resolver uma questão. Já o problema é tratado como uma situação conflitante, no qual não há uma resposta direta e o aluno precisa recorrer aos conhecimentos adquiridos (GONÇALVES, 2007).

Borges (2002) classifica os níveis de investigações em laboratório de ciências enquadrando os parâmetros descritos no quadro 1, seguindo os parâmetros descritos:

No nível 0, o qual corresponde aproximadamente ao extremo de ‘problema fechado’, são dados o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. Finalmente, no nível 3 – o mais aberto de investigação – o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões (BORGES, 2002, p.23).

Quadro 1- Níveis de investigação no laboratório de ciências.

Nível de Investigação	Problema	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002, p. 23)

Na maioria dos casos, os experimentos trabalhados nas escolas são do Nível 0, fazendo com que o aluno realize uma prática experimental e chegue a um resultado pré-determinado que não contribui muito no processo de ensino-aprendizagem. No nível 1, o problema e o procedimento são dados, e cabe ao aluno investigar de como resolver aquele problema e obter conclusões.

No ensino por investigação não é trabalhado apenas o conteúdo conceitual, mas também o procedural e o atitudinal. O aspecto conceitual está relacionado com a compreensão do conteúdo na sua forma científica e intelectual, a explicação de como

ocorrem os fatos e apresentação dos conceitos. O aspecto procedural está associado com o aprender a fazer. Esse tipo de conteúdo é relacionado com métodos investigativos, tendo por objetivo ajudar o aluno a relacionar o conteúdo com seus conceitos e habilidades manuais. O conteúdo atitudinal está relacionado com os valores e concepções sobre conceitos e métodos científicos. Esse aspecto atitudinal também se associa com o despertamento da curiosidade, criatividade, pensamento crítico e envolve também a questão social e pessoal.

1.3. SITUAÇÃO PROBLEMA

Um problema é entendido como uma situação em que o aluno não tem uma resposta imediata, sendo necessário procurar soluções (BATINGA, 2010).

Segundo Pozo (1998), os problemas são divididos em três categorias: cotidianos, escolares e científicos.

Os problemas do cotidiano são aqueles relacionados ao cotidiano dos alunos, problemas do dia a dia. Nesse tipo de problema o objetivo é apenas o resultado, não buscando explicações para o que ocasionou aquele problema e as resoluções são baseadas nas experiências práticas do cotidiano (BATINGA, 2010; POZO e CRESPO, 1998).

Os científicos são os problemas elaborados a partir de questionamentos em torno de um fenômeno ou de algum modelo relacionados à ciência, e seu objetivo é compreender o processo de resolução, levando em consideração as hipóteses e estratégias utilizadas (POZO e CRESPO, 1998).

O problema escolar é aquele que une o cotidiano com o conhecimento científico. Esse tipo de problema traz situações do cotidiano para serem explicadas através do conhecimento científico, fazendo com que o aluno busque mais do que seus conhecimentos prévios para conseguir resolver o problema proposto (BATINGA, 2010).

Os problemas escolares podem ser classificados em qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas. O qualitativo se caracteriza como um problema em que o aluno, para resolver, precisa criar hipóteses se baseando nos conhecimentos prévios e relacionando com conhecimento teórico, sem a necessidade da utilização de cálculos numéricos, nem realização de experimentação. O quantitativo é aquele que o aluno precisa utilizar de artifícios numéricos para conseguir a resolução do problema com base nos dados para a resolução presentes no enunciado da questão. O outro tipo de

problema é o de pequenas pesquisas, em que para se conseguir a resolução do problema é necessária a utilização de atividade experimental (BATINGA, 2010; POZO, 1998).

A elaboração de um problema deve ser feita partindo do princípio de que haja diversas maneiras para sua solução. Na criação do problema se deve levar em consideração o perfil, o nível de conhecimento dos alunos e a contextualização. O contexto deve ser relacionado com o cotidiano, pois cria uma motivação maior para que o estudante queira solucionar (LOPES, 1994; BATINGA 2010).

Para a resolução do problema é necessário do aluno, além dos conhecimentos prévios sobre o assunto abordado, informações e recursos que deverão estar disponíveis como suporte para que o aluno consiga chegar à solução do problema.

Gil Pérez; Martinez Torregrosa; Sement Pérez (1988 apud Batinga e Teixeira, 2014) trazem algumas diretrizes para os problemas:

- “1) Propor problemas oriundos de temas sociocientíficos que surgem das situações vividas pelos alunos em seu contexto social e natural através de um processo de problematização.
- 2) Favorecer a discussão e reflexão dos alunos sobre a relevância e o possível interesse em relação aos problemas apresentados.
- 3) Possibilitar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender o problema proposto e formular perguntas que direcionem a busca de respostas.
- 4) Considerar a elaboração de hipóteses como uma atividade central da resolução de problemas, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento dos problemas e de tornar explícitas as concepções dos alunos.
- 5) Realizar as análises baseadas nas hipóteses elaboradas e fundamentadas teoricamente, evitando resultados carentes de significação química.
- 6) Conceder atenção especial à elaboração de memórias científicas que reflitam o percurso adotado na busca de respostas para o problema, ressaltando o papel da comunicação e do debate durante a resolução de problemas.
- 7) Enfatizar a dimensão coletiva da estratégia de resolução de problemas, por meio da socialização do conhecimento produzido privilegiando a interação entre o professor e alunos e alunos-alunos nos grupos de trabalho”.

A partir dessas diretrizes é possível construir um problema que seja capaz de promover ao aluno, no processo de ensino e aprendizagem, uma habilidade de solucionar problemas conciliando o cotidiano com o conteúdo científico (BATINGA, 2010).

1.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência didática é o conjunto de atividades organizadas que serve de procedimento no desenvolvimento de um determinado conteúdo. Segundo Zabala (1998) sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”.

Segundo Méheut (2005) uma sequência didática tem que ser construída de forma a melhorar o processo de ensino e aprendizagem, fazendo uma integração entre a construção do conhecimento dos alunos e o desenvolvimento de habilidades.

Uma sequência didática possui as dimensões epistêmicas e pedagógicas. Na dimensão pedagógica é levada em consideração a participação do professor no ambiente da sala de aula e com os alunos. A dimensão epistêmica está relacionada com o processo de construção da sequência didática. É levada em consideração a forma como será abordado o conteúdo, as atividades e avaliações a serem executadas e como relacionar com o cotidiano (MÉHEUT E PSILLOS, 2004).

A sequência didática é construída para facilitar a integração do conteúdo científico com o cotidiano dos estudantes, tendo por base gerar uma maior interação entre os alunos e dos alunos com o professor. Pode ser utilizada como atividade de ensino e aprendizagem que busque gerar uma discussão sobre alguma problemática social. Assim o aluno é estimulado a procurar argumentos em conteúdos científicos, técnicos e sociais (MÉHEUT E PSILLOS, 2004).

Para a elaboração da sequência didática pode-se levar em consideração alguns aspectos:

- Primeiramente o professor deve analisar e se apropriar do tema e selecionar os conteúdos a serem abordados.
- Definir os objetivos de aprendizagem;
- Verificar quais possíveis dificuldades poderiam ser encontradas pelos alunos;
- Elaborar atividades a serem realizadas pelo estudante;

A partir disso, todo o contexto e procedimento da sequência deve ser feito de maneira que promova os aprendizados destacados nos objetivos.

1.5. ELETROQUÍMICA

A eletroquímica teve seu primeiro aparecimento na metade do século XVIII, foi descoberta pelo médico italiano Luigi Galvani. Ele observou que ao tocar em animais mortos, principalmente sapos, com cilindro com cargas elétricas havia uma contração muscular nas rãs mortas. Ele acreditava que a eletricidade era gerada pelo músculo e que os metais em contato com o tecido eram apenas condutores fechando o circuito. (OKI, 2000; ATKINS, 2012).

Algum tempo depois Alessandro Volta (1745-1827) conseguiu provar que a eletricidade provinha dos diferentes metais e não do músculo do animal. Ele concretizou sua teoria construindo uma torre empilhando diferentes discos de metais alternados, separados por pedaços de papel umedecidos em água com sal. E assim surgiu a pilha voltaica, o primeiro dispositivo de armazenamento e geração de eletricidade (ATKINS, 2012).

A eletroquímica pode ser definida uma área da química que trata da geração de eletricidade a partir de reações espontâneas e do uso da eletricidade para forçar reações não espontâneas (ATKINS 2012).

1.5.1. TIPOS DE CÉLULAS ELETROQUÍMICAS

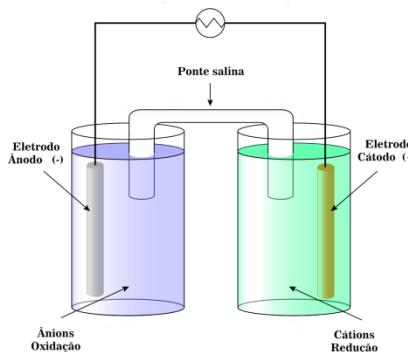
1.5.1.1. Galvânicas

Segundo ATKINS (2012) uma célula galvânica é uma célula eletroquímica que gera corrente elétrica a partir de reações químicas espontâneas. Um exemplo da utilização de célula galvânica é na bateria, pois ela é composta por uma série de células interligadas, com a finalidade de aumentar a voltagem, sendo a voltagem final é a soma das voltagens de cada célula individual.

Esse tipo de célula é composto por dois eletrodos ou condutores metálicos, fazendo contato elétrico com o meio condutor iônico (eletrólito) (ATKINS, 2012p. 523).

A oxidação ocorre no eletrodo chamado ânodo e tem carga negativa (-), onde a espécie oxidada cede elétrons para o condutor metálico. A redução ocorre no outro eletrodo, denominado de cátodo e tem sinal positivo (+), onde a espécie que está sendo reduzida recebe os elétrons do condutor metálico, como mostrado na **Figura 1**.

Figura 1. Célula Galvânica



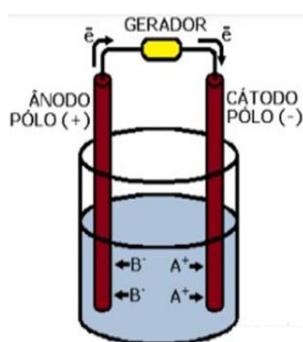
Fonte: <https://www.gratispng.com/png-rkfvyog/> (Adaptado)

1.5.1.2. ELETROLÍTICAS

Uma célula eletrolítica é uma célula eletroquímica onde acontece a eletrólise. Eletrólise é o processo indução de uma reação não espontânea pelo uso de corrente elétrica (ATKINS, 2012, p. 542.).

Além da diferença da célula galvânica que promove uma reação espontânea com geração de eletricidade, a célula eletrolítica difere também na montagem do sistema, pois os dois eletrodos estarão no mesmo recipiente há apenas um tipo de eletrólito e ocorrerá o transporte de material do ânodo para o cátodo, mostrado na **Figura 2**.

Figura 2: Esquema geral de uma eletrólise



Igualmente na célula galvânica a oxidação acontece no ânodo e a redução acontece no cátodo. Os cátions movem-se em direção ao cátodo e os ânions em direção ao ânodo e a transferência de elétrons ocorre do ânodo para o cátodo através do fio condutor. Para que a reação ocorra é necessária uma fonte de energia externa para forçar

a reação que não é espontânea. A fonte externa faz com que os elétrons se movimentem de um eletrodo para o outro causando a oxidação de um e a redução do outro.

Para produzir uma reação química não espontânea é necessário que a diferença de potencial elétrico aplicado seja significativamente maior que o da célula. Um exemplo é a formação dos gases hidrogênio e oxigênio a partir da água, como mostrado **Equação 1.**



Portanto, para que a reação não espontânea ocorra (Eq.1 em condições padrões) é necessário aplicar um potencial elétrico maior que 1,23V.

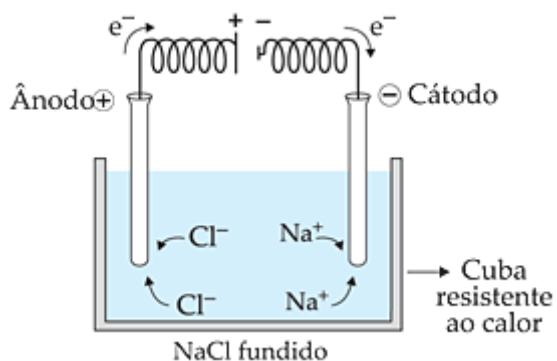
1.5.2. TIPOS DE ELETRÓLISE

1.5.2.1. ELETRÓLISE ÍGNEA

A palavra “ígnea” vem do latim *ígneus* que significa ardente, inflamado. Nesse tipo de eletrólise é preciso aquecer a substância até o ponto de fusão. A maioria das substâncias iônicas tem um elevado ponto de fusão e para se converter ao estado líquido (FOGAÇA, 2018).

Como mostrado na Figura 3, à substância no estado líquido é colocada numa cuba eletrolítica e são adicionados dois eletrodos ligados a uma fonte geradora de corrente elétrica.

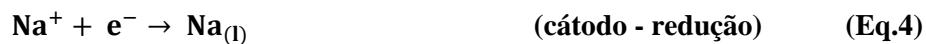
Figura 3: Eletrólise do Cloreto de Sódio fundido.



Fonte: Livro Físico-Química, Vol. 2, Martha Reis.

Na eletrólise do cloreto de sódio, mostrado na Figura 3, o eletrodo ligado ao polo positivo do gerador é o ânodo, onde os íons cloreto serão atraídos e perderão um

elétron formando o gás cloro, ocorrendo à oxidação (Eq. 3). O outro eletrodo, ligado ao polo negativo do gerador, é o cátodo, onde os íons de sódio serão atraídos e receberão um elétron, ocorrendo à redução (Eq. 4). O sódio formado também estará no estado líquido devido ao seu ponto de fusão ser menor que o do cloreto de sódio fundido e estará na superfície do cátodo, pois tem menor densidade.



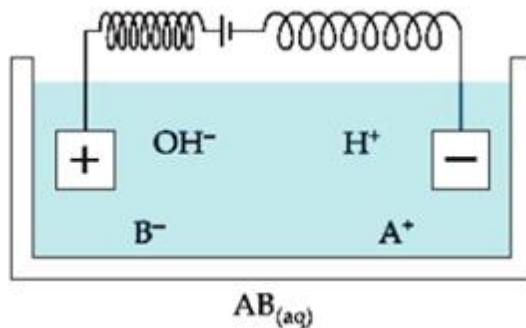
1.5.2.2. Eletrólise aquosa

A água pura não sofre eletrólise, pois a concentração de íons resultantes da auto ionização da água (**Equação 6**) é muito pequena e insuficiente para conduzir corrente elétrica (FONSECA, 1992).



Quando uma substância é diluída em água ela pode se dissociar ou ionizar, gerando íons, como mostra na **Figura 4**.

Figura 4: Ionização ou dissociação de eletrólito em água.



Fonte: Livro Físico-Química, Vol. 2, Martha Reis.

Nesse caso, apenas um cátion e um ânion serão capazes de sofrer descarga nos eletrodos (FOGAÇA, 2018). Como a eletrólise é um processo seletivo, ou seja, apenas uma espécie de cátion e uma de ânion se descarrega por vez, no cátodo e no ânodo, enquanto uma espécie estiver se descarregando (um cátion e um ânion), nenhuma outra espécie o fará (RUSSEL-1994).

Cada íon tem uma voltagem apropriada, a fim de que possa se descarregar. A **Tabela 1** mostra a ordem decrescente de prioridade de descarga de alguns íons. Quanto menos reativo for o metal, menor será a voltagem necessária para que o cátion desse

metal se descarregue. Podemos concluir que, preferencialmente, o cátion de um metal menos reativo se descarrega primeiro. O mesmo raciocínio pode ser seguido em relação aos ametais e aos ânions formados por eles.

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
<i>Au</i>³⁺	<i>Cl</i>⁻ Ânions não oxigenados
<i>Pt</i>²⁺	<i>Br</i>⁻ e os hidrogenossulfato
<i>Hg</i>²⁺	<i>I</i>⁻
<i>Ag</i>⁺	<i>HSO</i>₄⁻
<i>Cu</i>²⁺	
<i>Ni</i>²⁺	
<i>Cd</i>²⁺	
<i>Pb</i>²⁺	
<i>Fe</i>²⁺	<i>OH</i>⁻
<i>Zn</i>	
<i>Mn</i>²⁺	
<i>H</i>₃<i>O</i>⁺ ou <i>H</i>⁺	<i>NO</i>₃⁻ Ânions oxigenados e
<i>Al</i>³⁺	<i>SO</i>₄²⁻ fluoreto
<i>Mg</i>²⁺	<i>ClO</i>₃⁻
<i>Na</i>⁺	<i>F</i>⁻
<i>Ca</i>²⁺	
<i>Ba</i>²⁺	
<i>K</i>⁺	
<i>Li</i>⁺	
<i>Cs</i>⁺	
Demais metais	
Alumínio	
Metais alcalinos terrosos	
Metais alcalinos	

1.5.3. Série Eletroquímica

Uma das formas saber se uma reação irá ocorrer ou não, quais espécies irão oxidar e reduzir, além de indicar os agentes oxidantes e redutores é através da força eletromotriz (FEM).

Quanto mais negativo for o potencial padrão de um par redox, maior será a sua força redutora, fazendo com que tenha uma maior tendência a reduzir espécies oxidadas, fazendo com que a meia-reação seja de oxidação. O efeito inverso ocorre quando o potencial padrão for mais positivo, fazendo com que tenha uma maior tendência a oxidar espécies reduzidas, sofrendo a meia reação de redução.

Na **Tabela 2** é possível observar os valores dos potenciais-padrões de redução a 25° C. A partir desses dados é possível observar que quanto mais acima (mais positivo) maior a tendência a sofrer a redução, sendo assim o agente oxidante. Quanto mais abaixo (mais negativo) maior tendência a sofrer oxidação, sendo o agente redutor.

Não se pode afirmar que uma espécie sempre irá oxidar, nem que outra sempre irá reduzir. Para avaliar as tendências é necessário comparar os valores dos potenciais-padrões das espécies. Como exemplo, a prata metálica consegue reduzir íons H⁺ para formar o H₂, pois tem maior potencial de redução, mas entre a prata e o cloro, quem irá reduzir será o cloro e a prata irá oxidar.

Tabela 2. Potenciais Padrão de Eletrodos

Semi-reação de redução	E ⁰ a 25° C, V
$\text{F}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2,870
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1,359
$\text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,229
$\text{Br}_{2(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1,087
$\text{Br}_{2(\text{l})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1,065
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$	+0,799
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,771
$\text{I}_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0,540
$\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$	+0,536
$\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}_{(\text{aq})}^-$	+0,400 e +0,820 a pH=7
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$	+0,337
$\text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}_{(\text{l})} + 2\text{Cl}^-$	+0,268
$\text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Cl}^-$	+0,222
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})}$	0,000
$\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})}$	-0,040
$\text{AgI}_{(\text{s})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{I}^-$	-0,151
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}_{(\text{s})}$	-0,403
$\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})}$	-0,440
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$	-0,763

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

2. METODOLOGIA

A sequência didática proposta para o ensino sobre a eletrólise foi baseada em MÉHEUT (2005), visando o desenvolvimento de habilidades e a construção do conhecimento dos alunos.

Baseado no ensino por investigação o primeiro passo para a construção da sequência didática foi a criação de um problema. O problema (Apêndice I) foi desenvolvido seguindo os princípios de POZO (1998), sobre problemas escolares.

Quadro 2: Descrição do 1º encontro

Título da Sequência Didática – Pilhas e o meio ambiente como temática para o ensino de Eletrólise		
Encontro nº1		
Objetivos de aprendizagem:		
1. Sensibilizar a comunidade estudantil sobre os do descarte inadequado de pilhas e sobre a importância também da coleta seletiva ao meio ambiente.		
2. Levantar hipóteses que expliquem o problema. Elaborar estratégias para solucionar o problema.		
Conteúdo: Eletrólise.		
Aula 01 e 02 – Atividades	Recursos Didáticos	Tempo
1. Resolução do problema, individualmente.	Ficha com Problema (Apêndice I) e caneta.	40 min.
2. Debate sobre as respostas dadas ao problema	----- ---	20min
3. Exibição e discussão de um vídeo (Anexo I) que aborda a importância do descarte adequado das pilhas visando a preservação do meio ambiente.	Vídeo de 2 minutos disponibilizado no youtube: https://www.youtube.com/watch?v=aMFBXIxmJA	30 min.
4. Leitura e debate de recortes de textos referentes a matérias sobre o descarte de pilhas (Anexo II) e legislação sobre descarte de pilhas (Anexo III).	Ficha para leitura (Anexos II e III).	

Fonte: Própria.

No momento inicial do primeiro encontro haverá a resolução de uma situação problema (Apêndice I). O problema visa apresentar o contexto da sequência didática baseado na temática Pilha e o meio ambiente aos alunos. Nesse momento os alunos

tentarão individualmente resolver o problema por escrito. Logo após, os alunos discutirão sobre as respostas iniciais apresentadas.

Em seguida haverá a apresentação de um vídeo, que será assistido pelos estudantes e leitura de trechos de matérias sobre o descarte de pilhas e sobre a legislação referente ao descarte de pilhas. O vídeo - “VAMOS PRESERVAR O MEIO AMBIENTE - DESCARTE DE PILHAS E BATERIAS” - aborda a importância das coletas seletivas de pilhas e baterias, e a preservação do meio ambiente. Em seguida haverá discussão sobre o tema abordado no vídeo e nos textos.

Quadro 3: Descrição do 2º encontro

Encontro nº2		
Objetivos de aprendizagem:		
1. Apresentar conhecimentos prévios sobre eletrólise e o descarte das pilhas no meio ambiente, a partir de questões que abordam situações cotidianas vivenciadas pelo aluno.		
Conteúdo: Eletrólise.		
Aula 03- Atividades	Recursos Didáticos	Tempo
Responder a avaliação diagnóstica, escrita individualmente e depois a discussão das respostas.	Ficha de Avaliação diagnóstica (Apêndice II) e caneta. 01. O que você entende por pilhas? 02. E baterias? Elas são imprescindíveis na atualidade? Onde? 03. Existe alguma relação entre: pilha, eletricidade e transformações químicas? 04. Cite alguns problemas ambientais relacionados ao uso e descarte de pilhas e baterias. 05. Qual deve ser sua postura em relação a esses problemas?	40 min.
1. Explicação sobre o trabalho Papa Pilhas. (Apêndice IV)	-----	10 min.

Fonte: Própria.

No segundo encontro haverá uma avaliação por escrita. Um questionário (Apêndice II) que será utilizado como forma de avaliar as concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo químico envolvido. Finalizado a parte escrita, os alunos deverão discutir suas respostas.

Ao final da aula, será passada outra atividade para os alunos (Apêndice VI). Nessa atividade, os alunos deverão construir um coletor de pilhas com materiais recicláveis e um folheto informativo com explicações sobre a importância da coleta de pilha, dos riscos ao meio ambiente e a saúde humana.

Quadro 4: Descrição do 3º encontro

Encontro nº3		
Objetivos de aprendizagem: Observar e identificar reações de eletrólise.		
Conteúdo: Eletrólise.		
Aula 01 e 02 – Atividades	Recursos Didáticos	Tempo
2. Experimento e resolução de questões (Apêndice III). Realização da atividade em grupo.	Experimento com questionário (Apêndice III)	50 min.
3. Aula expositiva	Quadro, piloto e Datashow.	50 min.

Fonte: Própria.

No terceiro encontro será realizada uma atividade de prática experimental investigativa (Apêndice III). Segundo Borges (2002) e a atividade experimental investigativa será de nível 1, onde o problema e o procedimento serão dados. Os alunos irão se dividir em grupo e seguir o procedimento para realização do experimento. Após a realização do experimento a visualização do resultado da mudança de coloração é demorada, por isso no procedimento há imagem de como deve ficar e os alunos poderão observar o resultado na outra aula. Após a conclusão do experimento os alunos deverão responder o questionário contido no procedimento, e ao final discutir as respostas.

No segundo momento haverá uma aula expositiva dialogada utilizando o recurso visual Datashow e Power point para exibir os slides com o conteúdo de eletrólise e utilização do quadro.

Quadro 5: Descrição do 4º encontro

Encontro nº4		
Objetivos de aprendizagem: Observar e identificar reações de eletrólise.		
Conteúdo: Eletrólise.		
Aula 01 e 02 – Atividades	Recursos Didáticos	Tempo
1. Conclusão do conteúdo de Eletrólise	Quadro e piloto.	30 min.
2. Apresentação do projeto papa-pilhas e folheto informativo	-----	20 min.

Fonte: Própria.

No quarto encontro, inicialmente, haverá a conclusão do conteúdo de eletrólise e no segundo momento os alunos apresentarão o projeto Papa pilhas e o folheto informativo.

3. ANÁLISE DA FASE DE ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse capítulo apresentaremos a análise da estrutura da sequência didática sobre eletrólise baseado no ensino por investigação, iniciado com um problema.

A elaboração das atividades (exibição e discussão de vídeo; resolução de problemas; resolução de questões; leitura, atividade experimental; aula expositiva e criação do projeto e apresentação do folheto), com a finalidade promover uma problematização sobre Pilhas para o ensino de eletrólise, foram baseadas no ensino por investigação. Para a criação do problema foi utilizando um tema recorrente ao cotidiano dos estudantes. As atividades criadas são favoráveis para que os alunos consigam construir o conhecimento científico, criando habilidades de refletir, argumentar, etc.

No processo de elaboração do problema, foram levadas em consideração as características do processo de construção e resolução de problemas destacados por Gil Pérez; Martinez Torregrosa; Sement Pérez (1988), nos quais podem ser observados:

- 1) O tema de pilhas e o meio ambiente possibilita o estudo de diferentes conteúdos químicos de eletroquímica, em particular, o recorte que fizemos sobre eletrólise.
- 2) A discussão sobre os problemas poderá ser realizada sobre o descarte incorreto de um produto consumido por grande parte da população, e que por ser um tema do cotidiano da maioria dos estudantes pode trazer um interesse e motivação para os estudantes.
- 3) A análise qualitativa vai ser feita mediante a apresentação do vídeo e leitura de textos os quais devem ajudar os alunos na delimitação e melhor compreensão dos problemas a serem resolvidos, pois norteia os alunos para sobre os riscos e reações do descarte incorreto das pilhas no meio ambiente.
- 4) A atividade de resolução inicial dos problemas e da atividade de diagnóstico de conhecimento prévio mostram as primeiras hipóteses dos alunos, e ou tentativas de solução dos problemas, permitindo perceber a compreensão inicial sobre os conteúdos e temática abordada.

- 5) A partir da atividade experimental é possível articular as hipóteses para resolução do problema com o conhecimento químico
- 6) Através de uma atividade experimental é possibilitada aos estudantes a observação, manipulação, a elaboração de memórias. Isso facilita que o aluno consiga relacionar melhor o problema propostos e o conteúdo químico.
- 7) A ideia da discussão das respostas da resolução do problema e das demais atividades permite a troca de informações, diálogos e interação entre alunos e entre o professor e os alunos, de forma a socializar o conhecimento produzido sobre os conteúdos inseridos nos problemas e no desenvolvimento da sequência didática.

A partir do processo de elaboração e resolução de problemas destacados por Gil Pérez; Martinez Torregrosa; Sement Pérez (1988) permite a discussão e a reflexão dos alunos sobre os aspectos sociais e científicos referente ao tema proposto, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes para o desenvolvimento da sequência didática.

A proposta da sequência didática baseada no ensino por investigação iniciado com um problema permite inicialmente gerar um conflito nos alunos referente ao tema de pilhas e seu descarte incorreto. A utilização de atividades avaliativas para identificar os conhecimentos prévios dos alunos permite resgatar experiências vivenciadas pelos próprios estudantes e facilitar na construção do conhecimento.

A dimensão epistêmica será trabalhada nas atividades de elaboração do problema com a temática de pilhas, na resolução das atividades de avaliação diagnóstica, na seleção do vídeo e na elaboração da atividade experimental. Através dessas atividades é possível articular os conhecimentos prévios dos alunos com o conhecimento científico e assim promover a construção do conhecimento científico a partir da temática escolhida.

A dimensão pedagógica será trabalhada nas atividades de resolução do problema em grupos, atividade na realização da atividade experimental, nas discussões e debates dos textos, do vídeo e das respostas das atividades. Através dessas atividades se promove a interação entre professor-aluno e aluno-aluno, que são de suma importância no processo de ensino e aprendizagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi proposta a elaboração de uma sequência didática para facilitar o ensino-aprendizagem do conteúdo de eletrólise através do ensino contextualizado, baseado no ensino por investigação, a partir da temática pilhas. Foi elaborada para os alunos de 2º ano do ensino médio de escolas públicas e/ou particulares, visando promover a participação, discussão e contextualização do conteúdo, em vista que o tema faz parte do cotidiano dos estudantes.

Para elaboração da sequência didática foi elaborado um problema, questões de diagnósticos para avaliação das concepções prévias, atividade experimental e uma atividade final para sensibilização dos alunos sobre o descarte correto das pilhas.

O problema elaborado foi do tipo escolar qualitativo (POZO, 1998). As atividades elaboradas para a sequência didática contemplam as dimensões epistêmicas e pedagógicas.

A sequência didática elaborada permite aos estudantes uma relação entre o conteúdo químico, a visualização de conteúdo através do experimento e uma sensibilização com a temática ambiental do descarte incorreto das pilhas e o risco ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, M.C.P.S. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula.** In: Carvalho, A.M.P. (org.), *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* p. São Paulo: Thomson, 2004.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física:** diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.
- ATKINS, P.W.; JONES, L.L.; **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 5^a ed. São Paulo: Bookman, 2012.
- BATINGA, V. T. S. **A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício.** In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ, 2004, Brasília, 2010.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental:** o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2005. 199p.
- CLEOPHAS, Maria das Graças. **Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais.** *Revista Linhas*. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago. 2016.
- FOGAÇA, J. R. V. **Eletrólise.** Mundo Educação, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 10 de fevereiro, 2019.
- FOGAÇA, J. R. V. **Eletrólise da água.** Mundo Educação, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 19 de fevereiro, 2019.
- FOGAÇA, J. R. V. **Eletrólise em meio aquoso.** Mundo Educação, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/eletrolise.htm>>. Acesso em: 15 de fevereiro, 2019.
- FOSECA, M. R. M. **Química: Físico-Química.** São Paulo: FTD, 1992.

GIL PERÉZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; SENENT PEREZ, F. **El fracasso en La resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos.** Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n.2, 1988.

GONÇALVES, S. M.; MOSQUERA, M.S.; SEGURA, A.F. **La resolución de problemas en ciencias Naturales.** Buenos Aires: Editorial SB, 2007.

LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem.** Lisboa: Texto Editora, 1994.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BORESMA, K; et al (eds.) **Research and Quality of Science Education.** Holanda: Spring, p. 195-207, 2005.

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.

MERCON, F. **A experimentação no ensino de química.** In : IV ENPEC. São Paulo. 2003.

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

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza.** In: POZO, J. I. (org). **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.

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

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio.** Em: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, Curitiba, 2008. Resumos... Curitiba, 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

Vídeo: **Vamos Preservar o Meio Ambiente – Descarte de Pilhas e Baterias.** Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=aMFBXIxmJJA>. Acesso em: 10 de março de 2019.

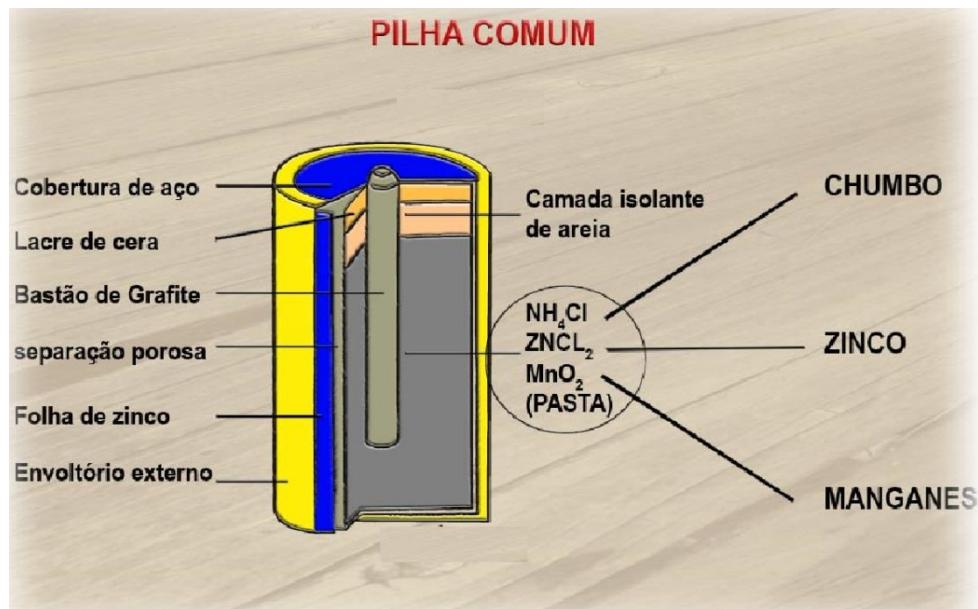
APÊNDICES

APÊNDICE I

Situação problema

A pilha comum contém em sua estrutura algumas substâncias tóxicas (como mostrado na Figura abaixo), se descartadas no meio ambiente essas substâncias são liberadas da pilha e contaminam o meio ambiente, podendo trazer riscos à saúde humana.

Além das substâncias tóxicas que estão presentes nas pilhas e contaminam o meio ambiente, de que outra forma as pilhas podem interagir com o meio ambiente, com ênfase no meio aquático, que possam causar alterações? Explique quimicamente.



Fonte: <https://corporativosupply.com.br/novo/site/pilhas-comuns-alcalinas-e-recarregaveis-vantagens-e-desvantagens-para-as-empresas-corporativas/>.

Acesso em: 15 de maio de 2019.

APÊNDICE II

Atividade diagnóstica - Questionário para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes.

01.O que você entende por pilhas?

02.E baterias? Elas são imprescindíveis na atualidade? Onde?

03.Existe alguma relação entre: pilha, eletricidade e transformações químicas?

04.Cite alguns problemas ambientais relacionados ao uso e descarte de pilhas e baterias.
Qual deve ser sua postura em relação a esses problemas?

APÊNDICE III

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Decomposição de pilhas em soluções salinas gelatinosas

Objetivo

Mostrar visualmente a deterioração acelerada das pilhas na solução salina através de reações químicas coloridas identificando os íons Zn^{2+} e a alcalinidade da própria pilha.

Materiais e reagentes

- Ágar
- Cloreto de sódio, P. A.
- Ferricianeto de sódio, P. A.
- Fenolftaleína 1%
- Garrafas PET
- Pilha AA
- Garrafa PET de dois litros

Procedimento

1. Utilizar um recipiente obtido de uma garrafa PET de dois litros cortada na altura de 6 cm.
2. Adicionar 2,5 g de ágar em 200 ml de água em ebulação, agitar até completa dissolução. A solução deve ficar translúcida.
3. Com a solução ainda morna, adicionar 3 g de cloreto de sódio, 0,067 g de ferricianeto de sódio e 0,67 ml de solução 1% de fenolftaleína. Agitar até completa homogeneização.
4. Em seguida colocar a pilha tipo AA no centro do recipiente. Nesta etapa a solução deve estar ainda quente.

A deterioração das pilhas na solução salina gelificada é evidenciada pelas reações químicas que ocorrem em torno das pilhas, ver Figura abaixo.

Figuras a, b - Pilha mergulhada na solução salina gelatinosa.



b) 24 horas depois da imersão da pilha

- a) Poucos minutos após a imersão da pilha

Questões

1. Quais foram as reações que ocorreram em torno das pilhas?
2. Você acha que essas reações indicam que as pilhas podem contaminar o meio ambiente?

APÊNDICE IV

Atividade Papa pilhas

Devido aos riscos que foram vistos sobre como o descarte indevido das pilhas trazem riscos ao meio ambiente, construa um coletor de pilhas com materiais recicláveis e um folheto informativo com explicações sobre a importância da coleta de pilha, dos riscos ao meio ambiente e a saúde humana.

ANEXOS

ANEXO I

Vídeo

O vídeo utilizado chamado “Vamos Preservar o Meio Ambiente – Descarte de Pilhas e Baterias”



Vamos Preservar o Meio Ambiente - Descarte de Pilhas e Baterias

20.887 visualizações

35

2

COMPARTELHAR

SALVAR

...

ANEXO II

TEXTOS COMPLEMENTAR I

RESOLUÇÃO CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008 Publicada no DOU nº 215, de 05 de novembro de 2008, Seção 1, página 108-109

Art. 1º Esta Resolução estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio, relacionadas nos capítulos 85.06 e 85.07 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM, comercializadas no território nacional.

Art. 3º Os fabricantes nacionais e os importadores de pilhas e baterias referidas no art. 1º e dos produtos que as contenham deverão:

§ 2º Os importadores de pilhas e baterias deverão apresentar ao IBAMA plano de gerenciamento referido no inciso III para a obtenção de licença de importação.

§ 3º O plano de gerenciamento apresentado ao órgão ambiental competente deve considerar que as pilhas e baterias a serem recebidas ou coletadas sejam acondicionadas adequadamente e armazenadas de forma segregada, até a destinação ambientalmente adequada, obedecidas as normas ambientais e de saúde pública pertinentes, contemplando a sistemática de recolhimento regional e local.

Art. 4º Os estabelecimentos que comercializam os produtos mencionados no art. 1º, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Art. 7º A partir de 1º de julho de 2009, as pilhas e baterias do tipo portátil, botão e miniatura que sejam comercializadas, fabricadas no território nacional ou importadas, deverão atender aos seguintes teores máximos dos metais de interesse:

I - conter até 0,0005% em peso de mercúrio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução;

II - conter até 0,002% em peso de cádmio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução;

III - conter até 2,0% em peso de mercúrio quando for do tipo listado nos incisos V, VI e VII do art. 2º desta resolução.

IV - conter traços de até 0,1% em peso de chumbo.

Art. 8º As baterias, com sistema eletroquímico chumbo-ácido, não poderão possuir teores de metais acima dos seguintes limites:

I - mercúrio - 0,005% em peso;

II - cádmio - 0,010% em peso.

Art. 12. O repasse das baterias níquel-cádmio e óxido de mercúrio previsto no art. 4º poderá ser efetuado de forma direta aos recicladores, desde que licenciados para este fim.

Art. 13. Não é permitida a incineração e a disposição final dessas baterias em qualquer tipo de aterro sanitário, devendo ser destinadas de forma ambientalmente adequada.

Art. 14. Nos materiais publicitários e nas embalagens de pilhas e baterias, fabricadas no País ou importadas, deverão constar de forma clara, visível e em língua portuguesa, a simbologia indicativa da destinação adequada, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem encaminhadas aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada, conforme Anexo I.

ANEXO I
SÍMBOLOGIAS ADOTADAS PARA PILHAS E BATERIAS

a) Chumbo ácido: Utilizar qualquer das 3 alternativas abaixo:



Se o fabricante ou o importador adotar um sistema de reciclagem poderá utilizar complementarmente a simbologia abaixo:



b) Níquel-cádmio: Utilizar qualquer das 3 alternativas abaixo



Se o fabricante ou o importador adotar um sistema de reciclagem poderá utilizar complementarmente a simbologia abaixo:



Este texto não substitui o publicado no DOU, de 5 de novembro de 2008.

Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>.

Acesso em 10 de fevereiro de 2019.

ANEXO II

TEXTOS COMPLEMENTAR II

04/09/2012 12h48 - Atualizado em 04/09/2012 12h54

Ibama atualiza normas para uso e descarte de pilhas e baterias no país

Regras incluem fabricantes nacionais, importadores e recicladores. Metais pesados dos produtos podem fazer mal à saúde e ao ambiente.

Do Globo Natureza, em São Paulo



Pilhas e baterias devem ser destacadas em um local específico (Foto: Reprodução/TV Integração)

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) estabeleceu nesta terça-feira (4) novas regras sobre pilhas e baterias no país. A medida foi publicada no Diário Oficial da União e vale para a fabricação, o acondicionamento, o transporte, o uso, o descarte e a reciclagem desses materiais.

As normas incluem os fabricantes nacionais, os importadores e os recicladores. Nos três casos, os responsáveis devem fazer um relatório anual para explicar quais foram as medidas adotadas.

Além disso, as empresas terão que registrar esses novos procedimentos nas embalagens e nos manuais das pilhas e baterias, para que o consumidor possa se informar sobre o descarte e a reciclagem dos produtos.

saiba mais

Saiba como descartar corretamente baterias e pilhas fora da validade

Pilhas e baterias devem ser descartadas em locais adequados

Empresas que produzem pilhas vão recolher material após descarte

Carregadores para pilhas alcalinas chegam a partir de R\$ 70

Se mal descartados, eles podem fazer mal à saúde – causar câncer, anemia e problemas neurológicos – e ao meio ambiente – contaminar o solo, as águas subterrâneas e os alimentos –, pois contêm metais pesados como mercúrio, cádmio, chumbo, zinco e manganês.

Por isso, após usado, o material deve ser levado para locais específicos de coleta seletiva, localizados em fábricas e pontos de vendas, e nunca ser depositado no lixo comum.

As lixeiras devem ter um "X" em cima delas, junto com o texto: "Após o uso, as pilhas e/ou baterias deverão ser entregues ao estabelecimento comercial ou rede de assistência técnica autorizada".

O órgão ambiental também quer saber quem são as empresas fornecedoras de pilhas e baterias, os responsáveis pela reciclagem, o aterro sanitário usado e os critérios empregados.

Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/09/ibama-atualiza-norma-para-uso-e-descarte-de-pilhas-e-baterias-no-pais.html> Acesso dia 10 de março de 2019.