



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

**SUZI BATISTA DA SILVA**

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: BIOSSENSOR COMO FERRAMENTA DE INTERVENÇÃO  
DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO – APRENDIZAGEM

Recife  
2020

**SUZI BATISTA DA SILVA**

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: BIOSSENSOR COMO FERRAMENTA DE INTERVENÇÃO  
DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO – APRENDIZAGEM

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Professora Dra. Sandra Rodrigues de Souza.

Recife  
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S968p SILVA, SUZI BATISTA DA SILVA  
PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA:  
BIOSSENSOR COMO FERRAMENTA DE INTERVENÇÃO DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO –  
APRENDIZAGEM / SUZI BATISTA DA SILVA SILVA. - 2020.  
51 f. : il.

Orientadora: SANDRA RODRIGUES DE SOUZA.  
Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Licenciatura em Química, Recife, 2020.

1. sequência-didática. 2. eletroquímica. 3. biossensores. 4. didática. 5. ensino. I. SOUZA, SANDRA  
RODRIGUES DE, orient. II. Título

CDD 540

---

SUZI BATISTA DA SILVA

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE  
ELETROQUÍMICA: BIOSSENSOR COMO FERRAMENTA DE INTERVENÇÃO  
DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO – APRENDIZAGEM

Monografia apresentada como pré-requisito de conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

APROVADO EM 05 DE NOVEMBRO DE 2020

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dra. Sandra Rodrigues de Souza – UFRPE  
Orientadora

---

Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas– UFRPE  
Primeira Examinadora

---

Prof. Dra. Suzana Pereira Vila Nova - UFRPE  
Segunda Examinadora

Dedico esta monografia ao meu sogro Sebastião  
Dias que nos deixou em meio a esse momento tão  
difícil de pandemia que estamos vivendo, que com  
sua bondade, sabedoria e respeito nos ensinou a  
sermos melhores.

Gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que ilumina, abençoa e dá alegria a nossa vida e a oportunidade de crescer e superar nossas dificuldades de cada dia;

Agradeço especialmente pelo presente de ter uma filha linda e fofa Larah Dias super companheira e carinhosa;

Agradeço por ter uma família maravilhosa, meus pais Zélia Cabral e Antônio Correia e minha irmã Ingrid Batista;

E ao meu marido Saulo Dias pelo amor, compreensão, dedicação nos momentos mais complicados e que sempre me incentivaram nas minhas decisões;

Agradeço a minha sogra Emília Chagas pela força, determinação e pelos cuidados com Larah na minha ausência, assim como também a minha cunhada Regina Dias e ao meu sogro Sebastião Dias (*in memoria*).

Agradeço todos os meus professores do curso de licenciatura em química e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) que por mais uma vez proporcionou-me realizar mais um curso de graduação, e de fazer parte de uma universidade íntegra que proporciona tantas aprendizagens aos seus alunos;

E em especial, á minha orientadora professora Sandra Rodrigues que desde o início da nossa jornada sempre se mostrou solícita e paciente, obrigada professora por tudo;

Agradeço aos meus amigos - Daniely, Maria, Jorge, Mikelane, Luciana, Humberto e Karol - que sempre transbordaram amor, dedicação, apoio e carinho em vários momentos da minha vida possibilitando recarregar as energias e seguir em frente com força e determinação.

*O Educador se eterniza em  
cada ser que educa.*

**Paulo Freire**

## RESUMO

Para atenuar as principais dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem são propostas metodologias com enfoque em uma didática mais voltada às ações de pesquisa, investigação e da experimentação, as quais poderão proporcionar estratégias do ponto de vista didático e pedagógico mais ativas facilitando a participação do aluno neste processo. Os conteúdos na eletroquímica têm sido frequentemente apontados por professores e estudantes do ensino médio como um dos assuntos que representa grandes dificuldades no processo de ensino – aprendizagem. Diante da dificuldade exposta essa pesquisa teve como objetivo elaborar uma sequência didática para amenizar as dificuldades de aprendizagem no ensino da eletroquímica utilizando como aporte os biossensores. As metodologias de ensino propostas para o estudo dos conceitos sobre células galvânicas (pilhas) envolvem atividades práticas experimentais por investigação e resolução de problemas (situação-problema). Para isso foi proposto utilizar o funcionamento de biossensores eletroquímicos como ferramenta didática para o conhecimento conceitual aplicado à eletroquímica. Desta forma, o uso de metodologias específicas para o ensino de química promove resultados significativos, proporcionando ao aluno refletir e resolver as contradições das situações problemáticas como um recurso na construção de conceitos, efetivando a aprendizagem do aluno.

**Palavras-chave:** Sequência-didática. Eletroquímica. Biossensores. Didática. Ensino.

## ABSTRACT

To mitigate the main difficulties encountered in the teaching and learning process, methodologies are proposed with a focus on didactics more focused on research, investigation and experimentation actions, which may provide more active strategies from the didactic and pedagogical point of view, facilitating the participation of the student in this process. The contents in electrochemistry have been frequently pointed out by high school teachers and students as one of the subjects that represents great difficulties in the teaching - learning process. In view of the difficulty exposed, this research aimed to develop a didactic sequence to alleviate the learning difficulties in teaching electrochemistry using the biosensors as input. The teaching methodologies proposed for the study of the concepts about galvanic cells (batteries) involve practical experimental activities through investigation and problem solving (problem situation). For this purpose, it was proposed to use the functioning of electrochemical biosensors as a didactic tool for conceptual knowledge applied to electrochemistry. In this way, the use of specific methodologies for teaching chemistry promotes significant results, allowing the student to reflect and resolve the contradictions of problematic situations as a resource in the construction of concepts, making the student's learning process effective.

**Keywords:** didactic sequence, electrochemistry, biosensors, didactics and teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Articulação entre as disciplinas da área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias com foco em tecnologia.....	17
Figura 2 - Esquema mostrando os componentes e o fluxo de elétrons na pilha de Daniell.....	28
Figura 3 - Esquema de um biossensor, mostrando a organização dos seus componentes.....	30
Figura 4 - Diferentes categorias de biossensores.....	31
Figura 5 - Biossensor enzimático para detecção de um tipo de fungo mostrando os eletrodos.....	32
Figura 6 - Explicação dos componentes que estruturam os códigos destinados para representar as habilidades.....	35

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNE	Plano Nacional de Educação
SD	Sequência Didática
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	12
1.1.	OBJETIVOS .....	15
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1.	A BNCC E A CONTEXTUALIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS .....	16
2.2.	METODOLOGIAS DE ENSINO APLICADAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DA QUÍMICA .....	19
2.3.	AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS NA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA .....	21
2.4.	ENSINO DOS CONCEITOS ELETROQUÍMICOS .....	25
2.4.1.	PRINCÍPIOS BÁSICOS ESTUDADOS NA ELETROQUÍMICA .....	26
2.4.2.	BIOSSENSORES ELETROQUÍMICO COMO UMA ABORDAGEM DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	28
3.	METODOLOGIA .....	33
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	33
3.2.	CONTEXTO EDUCACIONAL .....	34
3.3.	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INSTRUMENTAÇÃO PEDAGÓGICA.....	37
4.	RESULTADO DA PESQUISA .....	38
5.	DISCUSSÃO .....	46
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
7.	ANEXO A – MODELO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

Para as disciplinas que apresentam rejeição pela maioria dos estudantes, deve ser feita uma reflexão do ponto de vista didático e pedagógico para atenuar as principais dificuldades na aprendizagem, portanto recomenda - se aplicar ações mitigadoras através de pesquisa, investigação e experimentação.

Nessa ótica, Jaski e outros (2016) afirmam que as disciplinas ou conteúdos que são rejeitadas pelos alunos devem recorrer a estratégias didáticas problematizadoras e contextualizadas ou ainda articuladas com situações cotidianas. Dessa forma estimulam os alunos ao questionamento e a relacionar os conteúdos com as situações observadas proporcionando mudanças positivas no ensino e na aprendizagem da Química.

Farias e outros (2016) afirmam que o ensino por meio da repetição não é efetivo quando nos referimos a uma aprendizagem mais cognitivo, portanto, o uso das metodologias variadas para atrair o interesse dos alunos torna-se cada vez mais comum para formar cidadãos mais críticos cientificamente e mais participativos na sociedade.

A disciplina de Química regida no ensino médio, encontra-se numa área de conhecimento, chamada de área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que inclui outras disciplinas como Biologia e Física. Para a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), as tendências de ensino para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias estão relacionadas às abordagens investigativas e contextualizadas pois incentivam a uma aprendizagem significativa e a participação ativa das aulas promovendo resultados relevantes.

Nesse contexto as resoluções de problemas (situação-problema) e as atividades práticas experimentais contextualizadas servem como instrumentos para o ensino de química, sendo Lima e Maués (2006) aconselha que:

O professor precisa planejar as suas ações, de tal modo que as atividades investigativas possibilitem espaço de debate, argumentação, comunicação, análise de evidências, estabelecimento de relações entre essas e as explicações teóricas, bem como a sistematização do conhecimento. Assim, as tarefas em sala de aula podem conduzir à elaboração dos significados individuais, a partir do constante confronto com os significados sociais em circulação.

Nessa perspectiva, Nuñez e Ramalho (2014) e Queiroz (2016) afirmam que o objetivo do método de ensino por resolução de problemas é fazer com que o aluno consiga refletir e resolver as contradições das situações problemáticas e assim possa construir os conceitos, a fim de possibilitar aos discentes uma busca pelo seu desenvolvimento intelectual cognitivo. É notável o quanto a situação-problema é importante para facilitar essa busca e para o desenvolvimento de práticas docentes, pois assim como os diversos mecanismos de ensino, esta por sua vez encontra-se mais presente no contexto em que vivem os sujeitos.

A atividade experimental investigativa tem a finalidade de o aluno desempenhar papel fundamental na construção do conhecimento, submetendo-se a propor e testar hipóteses e tomar decisões para resolver determinado problema como afirma Marques *et al* (2018). Mas não podem substituir a aula teórica e devem ser utilizadas como complementação da mesma favorecendo a apropriação efetiva de conceitos, sendo uma maneira de fazer com que o aluno consiga observar a relevância do conteúdo estudado, como afirma Rodrigues *et al* (2016).

Essas metodologias de ensino no conteúdo da eletroquímica são ressaltadas como ferramentas fundamentais que podem incentivar e promover no aluno o interesse pelo conteúdo, bem como a inter-relação entre o assunto abordado e a sua importância na solução de problemas cotidianos. Com isso é possível criar oportunidades para que os estudantes possam expressar como veem o mundo, como entendem os conceitos e quais são as suas dificuldades (FREITAS, 2016).

Os pesquisadores Andrade e Costa (2015); Freire (2011); Niaz e Chacon (2003), relatam que diversas pesquisas envolvendo as dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas apontam que os estudantes do ensino médio apresentam dificuldades no conteúdo envolvendo eletroquímica, nessa perspectiva existem alunos (des)motivados e que não se familiarizam com a matematização dos fenômenos naturais explorados nos conteúdos do ensino de ciências.

No cotidiano, os alunos estão rodeados por dispositivos e materiais que funcionam através de princípios eletroquímicos, mas alguns não conseguem relacionar com os conceitos químicos que são vividos em sala de aula. Uma das alternativas de superação seria a integração entre os assuntos relacionados a eletroquímica com a realidade do aluno, esse objetivo educacional pode ser alcançado utilizando instrumentos metodológicos que devem ser aplicados na construção de uma estratégia educacional chamada de sequência didática.

A sequência didática é uma estratégia educacional que busca ajudar os alunos a resolverem uma ou mais dificuldades reais sobre um tema específico. Seu resultado vem a partir da construção e acumulação de conhecimento sobre o assunto em questão, obtido por meio do planejamento e execução, ao longo de um período, de várias atividades que conversam entre si. (PEREIRA, 2013).

Sendo assim o problema de pesquisa se baseia em: “Como podemos utilizar metodologias de ensino por resolução de problemas (situação-problema) e atividades práticas experimentais por investigação, como proposta na construção de uma sequência didática para superar as dificuldades de aprendizagem no ensino da eletroquímica aplicado aos conceitos de células galvânicas (estudo das pilhas)?”.

O diferencial da sequência didática enquanto estratégia de melhoria do aprendizado dos estudantes é que as atividades são elaboradas e desenvolvidas seguindo uma lógica sequencial de compartilhamento e evolução do conhecimento. Com essa estratégia, os professores dão mais sentido ao seu processo de ensino e, ao mesmo tempo, aumenta o engajamento dos alunos nas atividades pedagógicas, e, com isso, com o seu aprendizado.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Elaborar um instrumento pedagógico através da construção de uma sequência didática para superar as dificuldades de aprendizagem no ensino da eletroquímica sobretudo nos conceitos sobre células galvânicas (pilhas), aplicadas as metodologias de ensino por atividades práticas experimentais por investigação e resolução de problemas (situação-problema) utilizando como aporte os biossensores.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar uma sequência didática como instrumento pedagógico para utilização no ensino da eletroquímica;
- Aplicar as metodologias propostas na construção da sequência didática através de momentos pedagógicos;
- Propor abordagens didáticas para desenvolver as metodologias da resolução de problemas (situação-problema) e atividades experimentais por investigação;
- Verificar a contribuição da sequência didática na superação das dificuldades de aprendizagem no ensino da eletroquímica dos conceitos sobre pilhas (células galvânicas);
- Examinar se as atividades experimentais sobre pilhas e a situação – problema sobre biossensores se correlacionam com a teoria dos conceitos eletroquímicos ligado aos componentes de células galvânicas (pilhas).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. A BNCC E A CONTEXTUALIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

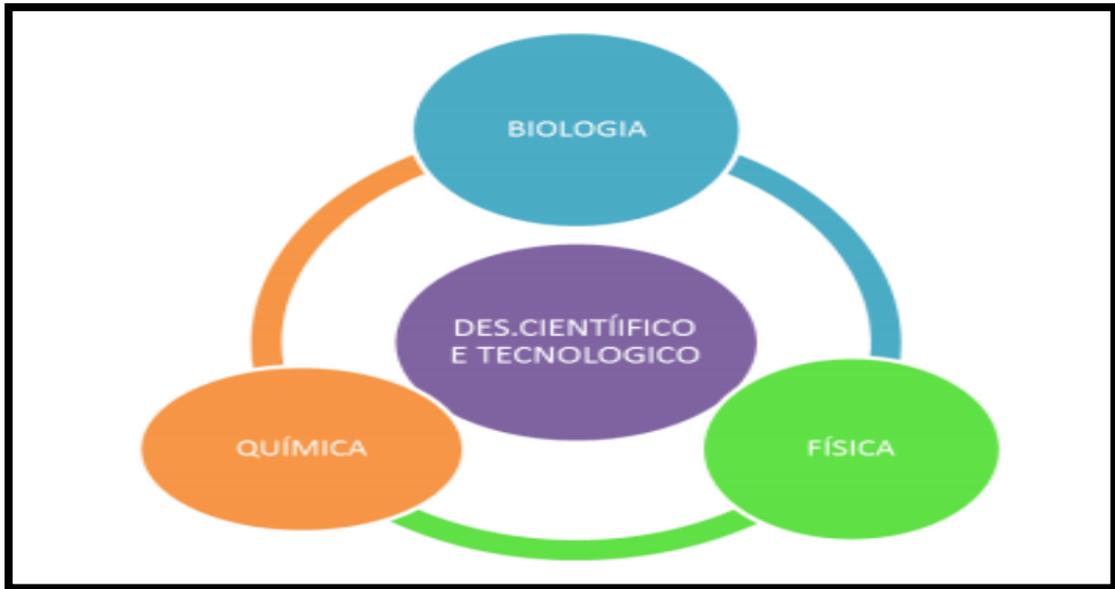
A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que se deve desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) e tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) nº 9.394/1996 (BARBOSA JUNIOR, 2019).

Na BNCC, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são destinadas para as disciplinas de Biologia, Física e Química e que devem contribuir com a construção de uma base de conhecimento contextualizada, como também descreve os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM):

É necessário fortalecer elos, entre teoria e prática de ensino, por meio de atividades que tenham, como objetivo final, uma educação voltada para autonomia e cidadania dos indivíduos. [...] Para tal, e dentre outros aspectos, os envolvidos devem ir para além da simples compreensão de conteúdos e contextualizá-los na vida cotidiana, ou seja, as disciplinas devem fazer sentido prático para os alunos. (BRASIL, 2009, p.59).

A contextualização dos conhecimentos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias supera a simples exemplificação de conceitos pois visa valorizar a aplicação dos conhecimentos nos projetos de vida e no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras, além de analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente como podemos visualizar na Figura 1.

**Figura 1** - Articulação entre as disciplinas da área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias com foco em tecnologia.



Fonte: (BARBOSA JUNIOR, 2019).

Na área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram propostas três competências específicas com suas respectivas habilidades, onde essas competências para o ensino médio propõem explorar:

As situações-problema, envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, espera-se que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, a economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais. (BNCC, 2019 pag.555).

Barbosa Júnior (2019), explica que as competências visam também consolidar as competências propostas nos anos finais do ensino fundamental e segundo o Art. 35 da LDBEN, que apresenta as finalidades do ensino médio: promover a preparação para o trabalho e a cidadania do educando, o aprimoramento como pessoa humana, incluindo o desenvolvimento da autonomia intelectual, do pensamento crítico e formação ética do cidadão.

Núñez e Ramalho (2014) ressalta que a construção das competências para a educação básica não responde só às exigências de uma educação profissional e do mundo do trabalho, mas são orientadas a compreender e a lidar com problemas da

vida, problemas do desenvolvimento humano, nos quais se incluem problemáticas do mundo do trabalho e de outras esferas da atividade humana.

Segue abaixo as três competências específicas para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio segundo a BNCC:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global;
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da terra e do cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis;
3. Investigar através de situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). (BNCC, 2019 pag.556 e 557).

A competência específica “3” nos mostra que o uso de metodologias ativas que visam relação entre conteúdo e atitudes cotidianas traz os assuntos do livro para a vida do estudante (BARBOSA JUNIOR, 2019).

A BNCC (2019) explica que um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade.

Espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza de modo que promova o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também tornarem-se mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (BNCC, 2019).

Para tanto, é fundamental que possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias, dispositivos e TDIC, e construindo narrativas variadas sobre os processos e fenômenos analisados (BNCC, 2019).

## 2.2. METODOLOGIAS DE ENSINO APLICADAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DA QUÍMICA

Na descrição das três competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na BNCC, fala-se bastante sobre o uso da contextualização e da aplicação dos conteúdos do currículo escolar no cotidiano do aluno.

Silva (2016) explica que contextualizar não significa excluir a discussão de conteúdo, mas entendê-la como um recurso é capaz de contribuir para a construção de conhecimentos e analisar situações do cotidiano de forma crítica e fundamentada a partir de temáticas de caráter sociocientífico.

Deste modo, a contextualização pode ser inserida de diversas formas no ensino de Química podendo ter o uso das metodologias variadas, Toniatto (2015) afirma que ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental.

Nos últimos 30 anos, Freire *et al* (2011) aponta que temos presenciado mudanças no ensino de educação básica e investigadores em didática das ciências vêm produzindo e difundindo ideias e propostas didático-pedagógicas sobre as concepções alternativas dos estudantes.

Uma das propostas sobre a aplicação de metodologias de ensino que possam aplicar as concepções alternativas dos alunos é a teoria da aprendizagem significativa, Ausubel (1989) explica que a assimilação na aprendizagem significativa decorre de relações estabelecidas intencionalmente entre o material novo potencialmente significativo e as ideias já existentes na estrutura cognitiva do(a) aluno(a) (conhecimentos prévios).

Os conhecimentos prévios proporcionam uma “ponte cognitiva” entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber. Nesta perspectiva, Medeiros (2018) conclui que as condições para a aprendizagem significativa podem ser a potencialidade significativa dos materiais educativos e a pré-disposição do sujeito para aprender.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) afirmam que por mais que o aluno construa conhecimentos prévios e que ele saiba como acontecem os fenômenos,

deve-se aplicar os conhecimentos prévios e as observações dos alunos a conhecimentos específicos e relacioná-los a conhecimento tecnológico e científicos.

As situações – problemas e/ou outras metodologias ativas são utilizadas, para que ocorra a compreensão das situações e dos fenômenos aplicados em uma rede de relações entre o conhecimento sistematizado e os aspectos da realidade vivida, pois auxiliam na apropriação do conhecimento científico, sendo esta referência para o conhecimento específico, e na abordagem metódica e sistemática da análise dos fatos (DELIZOICOV *et al*, 2011).

Garret (1988) já afirmava que uma das propostas que tem subsidiado o ensino-aprendizagem em ciências tem sido a resolução de problemas, pelo fato de se constituir um recurso que auxilia na construção de conceitos, procedimentos e atitudes relacionados ao ensino de química. É importante destacar como condição básica para utilizar os problemas, com êxito, no ensino de Ciências, o exercício da criatividade, que é uma capacidade de fundamental importância para a resolução de problemas e que implica ideias novas e originais (NUÑEZ; RAMALHO, 2014).

A resolução de problemas apontada por Gil (1993) proporciona a busca de novas soluções tornando um processo criativo de resolução e que promove a construção do conhecimento como tentativa orientada a um objetivo, para interpretar o mundo e colaborar no processo de compreensão dos métodos científicos, como forma de aprender ciências e reconstruir os conhecimentos, partindo das próprias ideias do indivíduo, ampliando-as e modificando-as. (NUÑEZ; RAMALHO, 2014).

Os métodos de ensino por resolução de problemas e por experimentação no processo de ensino aprendizagem promovem resultados significativos, Nuñez e Ramalho (2014) afirmam que o objetivo é fazer com que o aluno consiga refletir e resolver as contradições das situações problemáticas e se fundamenta em um ensino-aprendizagem que utiliza o problema como um recurso na construção de conceitos.

Barbosa Júnior (2019) afirma que as metodologias investigativas permitem aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

As formas metodológicas ativas por investigação através de experimentos ou por resolução de problemas (situação-problema) para o ensino de química facilitam o entendimento dos alunos quanto aos conceitos químicos devido a sua contextualização efetiva (NUÑEZ; RAMALHO, 2014).

Neste sentido, Toniatto (2015) afirma que uma abordagem investigativa de conteúdos deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido e que Barbosa Junior (2019) completa para que o estudo das ciências seja compreendido como um artefato necessário ao ser humano e para sociedade.

### **2.3. AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS NA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Segundo as formulações teóricas de Vygotsky (2007), os seres humanos constroem seus modos de pensar, de sentir, agir e constroem seus conhecimentos por meio da interação com o mundo físico e social. A construção de conhecimentos é uma atividade essencialmente compartilhada. E os processos de aprendizagem e desenvolvimento estão intimamente relacionados às interações sociais, nas quais a linguagem desempenha um papel essencial (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013).

Educar em ciências, de acordo com Driver *et al.* (1999), implica fornecer ao aluno oportunidades de compreender e adquirir “formas científicas de conhecer”. De acordo com o autor:

As entidades e ideias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica; aprender ciências, portanto, envolve ser iniciado nas ideias e práticas da comunidade científica e tornar essas ideias e práticas significativas no nível individual. (DRIVER *et al.*, 1999, p.32-33).

Driver *et al.* (1999) aponta dois desafios no ensino das ciências, um dos desafios está em ajudar os aprendizes a se apropriarem dos conhecimentos científicos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los. E o outro é em como alcançar com êxito esse processo de enculturação na rotina da sala de aula comum, já que ensinar é levar os estudantes às ideias convencionais da ciência, então a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas como para disponibilizar para os alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica.

Dessa forma, nas atividades investigativas, os alunos são estimulados a observar, levantar hipóteses, testar, comparar, questionar, argumentar frente às

elaborações científicas e constituem-se em tarefas que contribuem para inserir o aluno em uma nova prática de discurso que possibilite um espaço de debate, argumentação, comunicação, análise de evidências, estabelecimento de relações entre essas e as explicações teóricas, bem como a sistematização do conhecimento, auxiliando-o a socializar-se com o mundo científico (LIMA; MAUÉS, 2006).

Neste enfoque de atividades investigativas, no planejamento de uma sequência didática, podem ser intercaladas diversas estratégias e recursos didáticos, tais como: aulas expositivas, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório, jogos de simulação, atividades, textos, dinâmicas, fóruns e debates, entre outros. Atualmente pesquisadores como: Batista e Lucas (2011); Cachapuz (1999); Estevam (2011); Teixeira e Sobral (2010) da área de ensino de ciências, têm utilizado do método da construção da sequência didática para inserir o caráter investigado, proporcionando maneiras de interpretar as concepções dos alunos (PEREIRA; PIRES, 2012).

Teixeira e Sobral (2010); Batista e Lucas (2011) são pesquisadores no ensino de ciências que defendem a sequência didática como instrumento pedagógico para aplicação de diferentes metodologias nas abordagens didáticas ligadas no ensino das ciências naturais nos diferentes níveis da educação básica.

Pereira e Pires (2012) apontam que as atividades planejadas de maneiras sequenciais podem contribuir para a aprendizagem de diversos conteúdos em ciências.

Batista e Lucas (2011) abordam que:

Uma sequência didática é um conjunto de atividades diversificadas e inter-relacionadas que vão desde a investigação até a prática da educação científica portanto constitui em uma atividade complexa à prática educativa porque inúmeras variáveis com possibilidade de intervenção estão envolvidas nesse processo, isso significa que embora composta de etapas definidas, uma sequência didática é elaborada buscando uma construção de conhecimento não linear, nem ingenuamente progressiva ou cumulativa.

Cachapuz (1999) sugere o uso de estratégias de ensino para a construção dos encontros de sequências didáticas. Tais estratégias devem explorar problemas e não conceitos em si mesmo, para valorizar uma educação para a cidadania ao prever a incorporação e exploração das envolventes social/ambiental/ética, podendo ser usados os seguintes pontos:

1. Problematização	colocar situações problemáticas valorizando contextos sociais, ambientais ou do cotidiano dos alunos de modo a suscitar o seu interesse pelo estudo e compreensão;
2. Planejamento:	propor aos alunos o estudo qualitativo de tais situações confrontando-os com seus conhecimentos prévios, favorecendo uma abordagem científica da situação e envolver experimentos;
3. Desenvolvimento	estratégias de resolução, valorizando o trabalho cooperativo e a interação social;
4. Reflexão	atividades de síntese (resumo) e a reflexão crítica sobre as implicações da abordagem de ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) dos resultados.

Fazendo um paralelo nas estratégias de Cachapuz (1999); Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) organizam as etapas para a elaboração dos encontros da sequência didática através de momentos pedagógicos que foram estabelecidas através da dinâmica de atuação docente na sala de aula, que são:

Problematização inicial	Apresenta situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora não exijam, para interpretá-la, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas, ou seja os alunos são desafiados a expor o que está pensando sobre as situações.
Organização do conhecimento	Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como

	fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas.
Aplicação do conhecimento	Aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram em seu estudo como outras situações que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Pereira e Pires (2012); Estevam (2010) apontam que para a construção de uma sequência didática a prática docente é muito importante para escolha de ferramentas adequadas ao contexto da aplicação para contemplar as interações estabelecidas entre professor, aluno e a construção do conhecimento.

Assim Méheut (2005) sugere que na elaboração de tais atividades, se atente ao conteúdo a ser ensinado, as características cognitivas dos alunos, a dimensão didática relativa à instituição de ensino, a motivação para a aprendizagem, a significância do conhecimento a ser ensinado e o planejamento da execução da atividade.

De modo simples, a sequência didática (SD) é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais. Para isso, a estrutura de base de uma sequência, é descrever de maneira detalhada a tarefa de exposição oral ou escrita que os alunos deverão realizar, a partir da qual o professor avalia as capacidades já adquiridas e ajusta as atividades previstas na sequência didática e as possibilidades e dificuldades reais de uma turma (ARAÚJO, 2013).

Assim como, Kobashigawa *et al.* (2008) diz que a sequência didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes, sendo assim, uma sequência didática pode reportar o professor ao planejamento. Para Castro; Tucunduva; Arns (2008), planejar é organizar ações, ou seja, o planejamento deve ser uma organização das ideias e informações (BELLINI, 2018).

A sequência didática tem o objetivo de induzir os alunos a construir o conhecimento científico, a desempenharem uma aprendizagem significativa e a

produzirem uma sistematização do raciocínio lógico do conteúdo trabalhado. O tópico do conteúdo curricular deve envolver atividades que sejam planejadas sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, objetivando nos alunos a apresentação de seus conhecimentos prévios para dar início aos novos conceitos, ocorrendo o processo da troca de informações e de debates mediados pelo professor (CARVALHO et al., 2011 apud FERRI, 2016).

Pensando em um ensino contextualizado, motivador e facilitador dos conteúdos químicos que se propõe uma intervenção por meio da experimentação e outras metodologias, a elaboração de uma sequência didática, que poderá servir como material de apoio aos professores de química (FERRI, 2016)

#### **2.4. ENSINO DOS CONCEITOS ELETROQUÍMICOS**

A disciplina de química possui fórmulas, conceitos microscópicos e assuntos abstratos como muitas vezes os alunos relatam, por isso se faz necessário a aplicação da linguagem química a situações reais, Vellaca (2005) afirma que é necessário concentrar esforços para mudar a ideia dos estudantes de que química é inútil, difícil e desinteressante, conscientizando-os da importância desta ciência no mundo moderno.

O uso de metodologias de ensino que visam a utilização da contextualização e investigação na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para as disciplinas de Química, Física e Biologia é defendida por muitos autores como uma forma de integrar os conceitos científicos ao cotidiano dos alunos.

Vellaca (2005) reitera que a exploração das concepções alternativas dos alunos pode ajudar o professor a encontrar uma abordagem didática que supere as dificuldades de ensino-aprendizagem enfrentadas durante o processo da aprendizagem formal.

Freire (2011) concluiu que os conteúdos ligados a eletroquímica são apontados com maior grau de dificuldade de entendimento pelos alunos, relacionados dentre os conceitos químicos, as concepções alternativas e as dificuldades de aprendizagem.

Justo (2016) fortalece que ao aprender eletroquímica na perspectiva investigativa do aluno é direcionado à resolução de um problema com inúmeras aplicações práticas em sua vida cotidiana e profissional, sendo capaz de descrever

objetos, levantar questões, analisar dados, aplicar e testar ideias científicas, defender argumentos e expor suas ideias.

O assunto - eletroquímica - é muito importante frente a determinados desafios enfrentados pela nossa sociedade pois promove a aquisição de conhecimentos científicos e pode contribuir para a formação de um aluno cidadão e proativo, utilizando determinados conceitos em diferentes contextos em que os alunos podem compartilhar sentidos comuns sobre um mesmo fenômeno.

#### **2.4.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS ESTUDADOS NA ELETROQUÍMICA**

Neste sentido, quando se fala em eletroquímica é importante destacar que possivelmente o estudante apresenta algum conhecimento em sua estrutura cognitiva, uma vez que ele se encontra rodeado de utensílios que funcionam com base em princípios eletroquímicos. Ao trabalhar tais conceitos é necessário que se oportunize meios para que o estudante atribua novos significados aqueles já presentes na estrutura cognitiva e posteriormente ocorra uma reorganização dos mesmos, com conceitos mais ricos e mais elaborados (MEDEIROS, 2018).

No ramo da eletroquímica, a reação química mais estudada é a reação de oxirredução, Barreto *et al* (2017) relembra que “para a compreensão dos fenômenos envolvidos nos processos de produção química da eletricidade é necessário que o estudante apresente o conhecimento prévio sobre certos conteúdos, tais como: reações de oxirredução, por exemplo”.

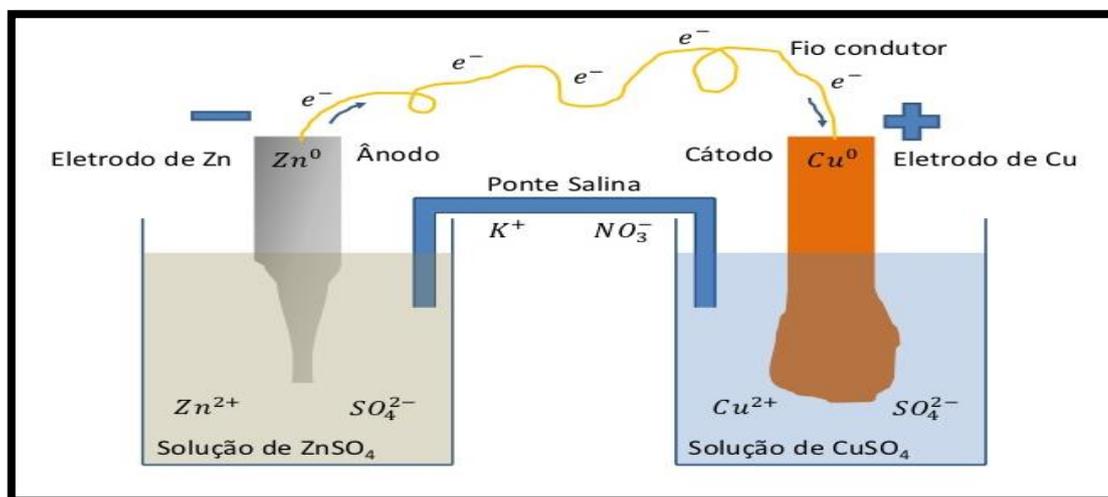
A reação de oxirredução é caracterizada por transferir os elétrons de uma espécie para a outra, podendo ocorrer a perda de elétrons ou a oxidação daquele elemento, sendo chamado de agente redutor; e o ganho elétrons ou a redução, sendo chamado de agente oxidante naquela reação química (GUERRA, 2018).

A eletroquímica é um ramo da físico-química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade (pilhas) e do uso da eletricidade para forçar as reações químicas não-espontâneas acontecerem (eletrólise). A célula eletroquímica é um dispositivo em que uma corrente elétrica – o fluxo de elétrons através de um circuito – é produzida por uma reação química espontânea (células galvânicas) ou é usada para forçar a ocorrência de uma reação não-espontânea (células eletrolíticas) (ATKINS, 2001).

Guerra (2015) descreve que a célula galvânica tem em sua composição dois eletrodos e um eletrólito, os quais, conjuntamente, produzem a transformação de energia química em energia elétrica. Os eletrodos possibilitam o fluxo de elétrons, que segue do ânodo (polo negativo), acontece a oxidação, para o cátodo (polo positivo), acontecer a redução, na pilha. O eletrólito ou ponte salina é a solução eletrolítica condutora dos elétrons permitindo a sua circulação no sistema.

A pilha de Daniell (Figura 2), é um exemplo antigo da célula galvânica, usa a oxidação do cobre pelos íons de zinco, completa Atkins (2001). Em 1836, John Fredric Daniell construiu um sistema que ficou conhecido como pilha de Daniell que interligou, com um fio metálico, dois eletrodos. Um eletrodo consistia em uma placa de zinco metálico (Zn), mergulhado em uma solução aquosa de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), representando o ânodo. O outro eletrodo consistia em uma placa de cobre metálico (Cu), imerso em uma solução de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ), representava o cátodo (GUERRA, 2015).

**Figura 2** - Esquema mostrando os componentes e o fluxo de elétrons na pilha de Daniell



Fonte: <http://www.professoramanuka.com.br/2016/12/pilha-de-daniell-e-reacoes-de-oxidacao-reducao.html>. Acesso dia: 18/10/2020

Esses conteúdos podem ser abordados de diversas formas em sala de aula, uma vez que as células eletroquímicas e as reações redox estão presentes em nosso cotidiano, como no uso de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como: telefones sem fio, rádios portáteis, controles para tv, notebooks, mouses, jogos eletrônicos,

relógios, agendas eletrônicas, câmeras fotográficas, aparelho de som, medidor de glicose do sangue, entre outros (BROWN *et al.*, 2005).

Nesta ótica, Brown *et al.* (2005) afirmam que nestes dispositivos são utilizados pilhas ou baterias, as primeiras fornecem energia através de dois eletrodos e um eletrólito onde ocorrem reações de oxirredução espontâneas que geram corrente elétrica, também denominadas de células galvânicas; e as segundas são baterias, um conjunto de pilhas voltaicas.

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica (BARRETO *et al.*, 2017).

#### **2.4.2. BIOSSENSORES ELETROQUÍMICO COMO UMA ABORDAGEM DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA**

A compreensão dos conhecimentos científicos presentes no estudo da eletroquímica nos ajuda a atuar provocando ou prevenindo a ocorrência de fenômenos cotidianos tais como o enferrujamento de alguns metais como afirma Justo (2016) e enfatiza que os conceitos químicos estudados no conteúdo da eletroquímica podem ter algumas aplicações práticas tais como na produção de:

- (1) pilhas eletroquímicas;
- (2) placas eletrônicas;
- (3) metais tais como o alumínio, o cobre, entre outros;
- (4) commodities industriais, como o hidróxido de sódio;
- (5) enzimas com inúmeras aplicações na Biologia, e na operação de células solares, entre outros.

A utilização de ferramentas didáticas para a aplicação dos conteúdos trabalhados na eletroquímica é extremamente importante pois Guerra (2018) explica que tornar possível ao estudante envolver-se de modo interativo em discussões teóricas, práticas e interdisciplinares em diferentes disciplinas ligadas a área das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) e a aplicação do tema biossensor

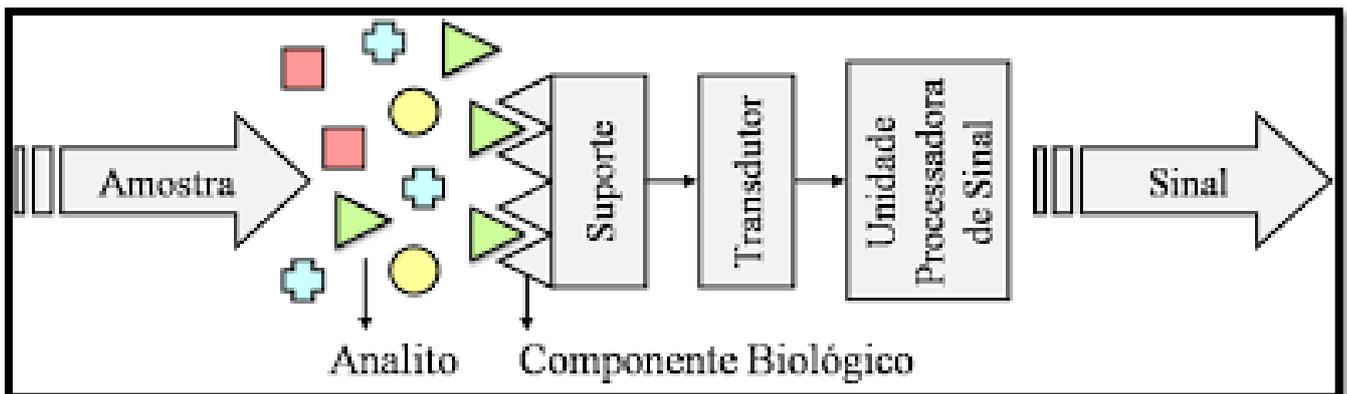
facilita a contextualização e compreensão dos conteúdos de química para o ensino médio.

Os biossensores são classificados como pequenos dispositivos que funcionam utilizando reações biológicas a fim de detectar o analito-alvo e conseguir combinar a um reconhecedor biológico, o qual interage o analito-alvo a um transdutor físico, convertendo em sinais mensuráveis para os processos de biorreconhecimento (ALFAYA; KUBOTA, 2002).

É bem vantajoso seu uso, visto serem altamente sensíveis e seletivos, fáceis em relação ao desenvolvimento. Além de acessíveis e prontos para o uso eles tem atingido um maior progresso nos últimos anos, decorrente da necessidade de testes analíticos simples, rápidos e baratos para determinação de importantes compostos químicos e biológicos que se encontrem em concentrações muito baixas. (ALFAYA; KUBOTA, 2002).

Portanto são três os principais componentes dos biossensores: o elemento de reconhecimento biológico, que tem a função de identificar o estímulo; o transdutor, responsável por converter o estímulo gerado em um sinal mensurável; e o sistema de processamento de sinal, que trata da amplificação e da exibição dos dados em um apropriado formato (Figura 3) (PERUMAL; HASHIM, 2013).

**Figura 3** - Esquema de um biossensor, mostrando a organização dos seus componentes



Fonte: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.97>. Acesso dia:18/10/2020

O biossensor teve origem no ano de 1962, pelo cientista Leland C. Clark a partir do desenvolvimento de eletrodos de enzimas (RIBEIRO JÚNIOR, 2015).

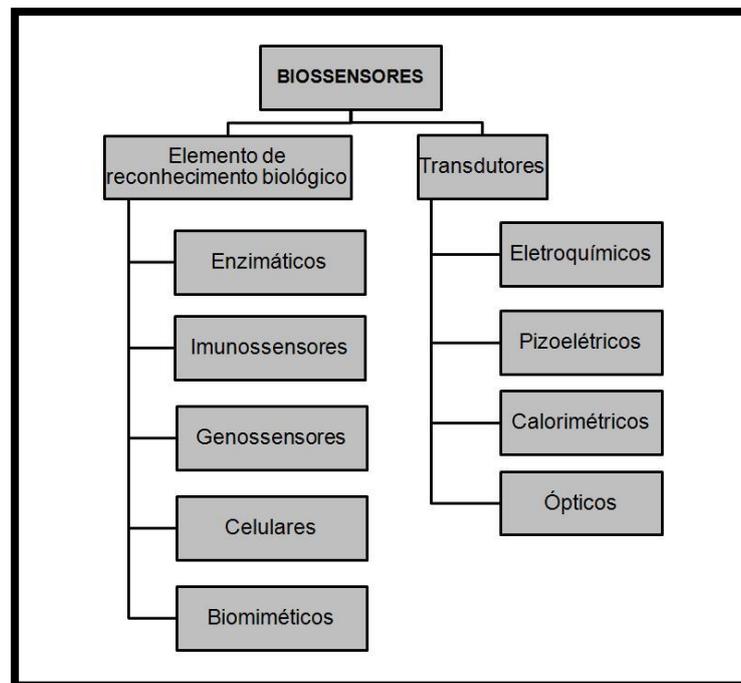
Nesse biossensor, a enzima glicose oxidase foi imobilizada em um eletrodo de platina de uma membrana permeável. Desde então, centenas de biossensores foram

desenvolvidos em diversos laboratórios e grupos de pesquisa ao redor do mundo. As aplicações dos biossensores hoje podem ser encontradas em diversas áreas como saúde, pecuária, alimentos, agronomia e outras (OLIVEIRA, 2016)

Na área de saúde, o mais popular exemplo continua sendo o sensor à base de glicose oxidase utilizado pelos indivíduos que sofrem de diabetes para monitorar os níveis de glicose no sangue. Além desse, existem também biossensores para a determinação de lactose, ureia, creatina e colesterol que são comercializados hoje em dia (OLIVEIRA, 2016).

Os biossensores podem ser classificados de acordo com vários parâmetros, tais como, o reconhecimento biológico e o princípio de transdução do sinal (Figura 4) (ALVES, 2014).

**Figura 4** - Diferentes categorias de biossensores



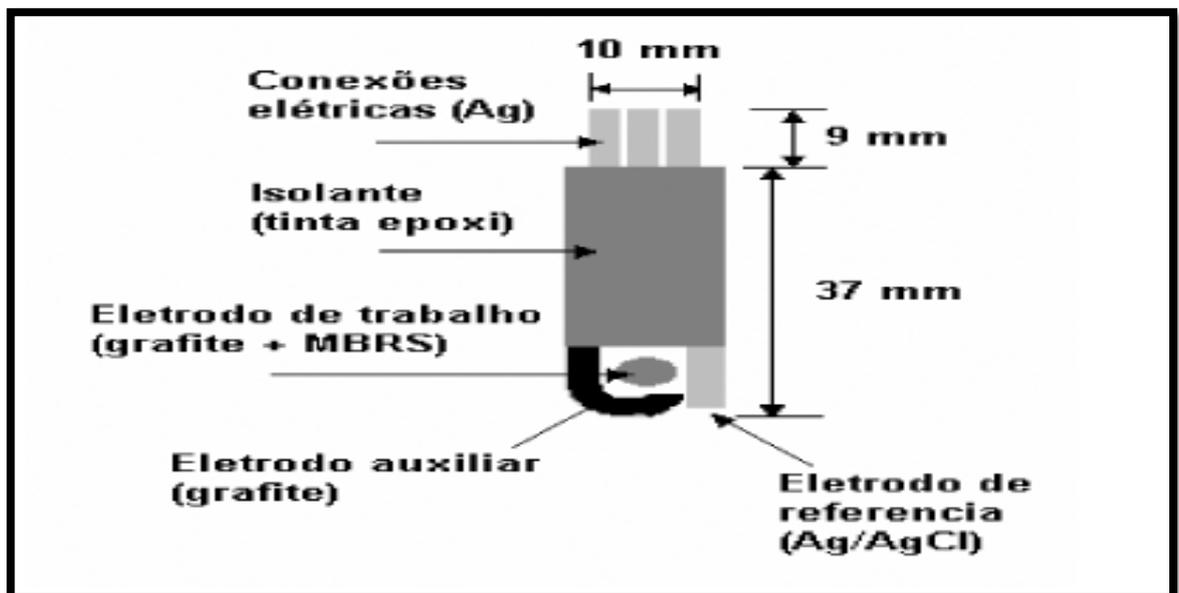
Fonte: Alves, 2014

O elemento de reconhecimento biológico irá determinar o grau de seletividade ou especificidade do biossensor, fazendo o reconhecimento da substância que mais interessa, através da reação química gerando um sinal químico, o qual poderá gerar uma variação na concentração de prótons, emissão ou absorção de luz, liberação de gases, variação de massa, emissão de calor e mudança de estado de oxidação (HOCEVAR, 2016).

Para seleccionar o melhor transdutor, há requisitos básicos que devem ser levados em consideração, como o material adequado para adaptação perfeita do elemento de reconhecimento biológico imobilizado e o abstrato de interesse capaz de detectar a variação específica que aconteça durante a reação química, devendo esta variação ocorrer na faixa da concentração apropriada, apresentando uma rápida resposta além de ser econômico (MELO, 2008).

Em biossensores com transdutor eletroquímico, apresenta-se o eletrodo de trabalho com o material biológico e o eletrodo de referência (Figura 5), ambos são imersos em um meio eletrolítico. Essa técnica eletroquímica gera um campo elétrico devido à diferença de potencial eletroquímico medida em Volts (V) que é medida com um multímetro, possibilita medir a concentração do analito e analisar as propriedades elétricas como corrente, potencial, condutividade, resistência ou carga. (GUERRA, 2018; SOUZA *et al.*, 2003).

**Figura 5** - Biossensor enzimático para detecção de um tipo de fungo mostrando os eletrodos.



Fonte: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000100003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000100003) . Acesso dia 18/10/2020

Em comparação com outros tipos de técnicas analíticas, a eletroquímica apresenta a vantagem de ser de baixo custo e de fácil operação, atualmente os biossensores eletroquímicos são usados para detectar patógenos como os vírus de Epstein-Barr, Hepatite B e a Herpes simplex, e aplicados no controle ambiental, nas

indústrias alimentícias, nas indústrias farmacêuticas e no diagnóstico clínico (HOCEVAR, 2016; FURTADO *et al.*, 2008).

Na área de ensino, a construção de um biossensor como um recurso didático torna possível ao estudante envolver-se de modo interativo em discussões teóricas e práticas em diferentes áreas da Química, Física e Biologia, aplicando as situações reais que facilitam a produção de interpretações explicativas intermediadas pelos professores no ensino médio ou superior (LEHNINGER; NELSON; COX., 2007 apud GUERRA, 2018).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A proposta dessa pesquisa experimental é aplicar o uso de metodologias de ensino ligadas a situação-problema, biossensores contextualizando temas tecnológicos e a atividade experimental investigativa utilizando o funcionamento de pilhas. Essas metodologias serão articuladas ao conteúdo da eletroquímica, por meio de um instrumento pedagógico chamado de sequência didática.

O interesse pelo desenvolvimento da pesquisa que envolveu o uso de interações didático - pedagógicas aplicadas em metodologias no ensino de Química, especificamente abordando o conteúdo de eletroquímica, aconteceu devido à dificuldade que os alunos apresentam em associar os conteúdos de química com o cotidiano, de compreendê-los e de empregá-los.

Na metodologia do ensino de Ciências são aplicadas teorias que possibilitam uma melhor atuação da sequência didática na sala de aula, a fim de promover a dinâmica de atuação docente e o uso de estratégias que devem explorar problemas que envolvem assuntos social/ambiental/ética.

Portanto a sequência didática será elaborada através das orientações pedagógicas descritas pelos autores Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) e Cachapuz (1999) que organizam as etapas dos encontros para execução da sequência didática através de momentos pedagógicos que são: a problematização inicial (problematizar as concepções do aluno em relação ao tema); a organização do conhecimento (desenvolver os conceitos fundamentais que levam os alunos a compreenderem cientificamente a situação problemática); e aplicação do conhecimento (capacitar o aluno a empregar o conhecimento, possibilitando que este articule os conceitos científicos a situações reais).

Quanto aos objetivos, o meu trabalho é considerado uma pesquisa explicativa, pois visa aprofundar os conhecimentos pedagógicos em relação a construção de uma sequência didática, com o intuito de relacioná-los às metodologias escolhidas. Os principais interesses desta pesquisa são:

- Elaborar uma sequência didática como instrumento pedagógico para utilização no ensino da eletroquímica;

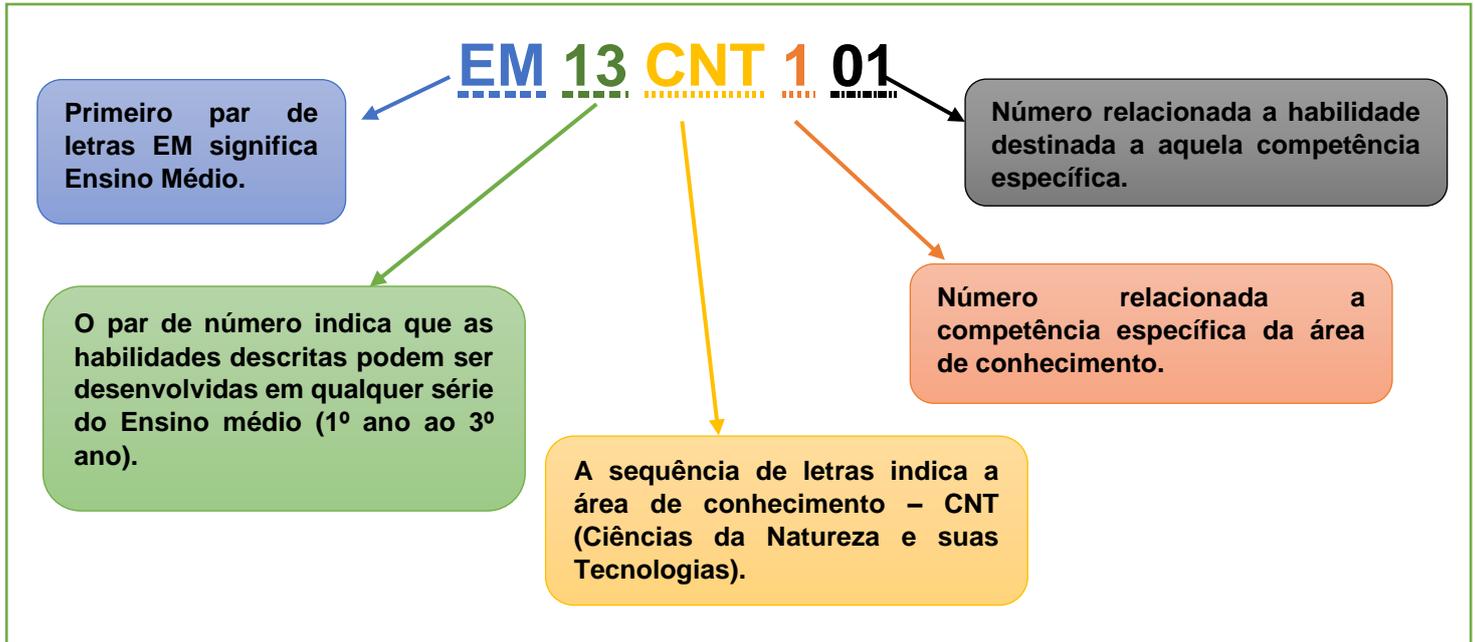
- Aplicar as metodologias propostas na construção da sequência didática através de momentos pedagógicos;
- Propor abordagens didáticas para desenvolver as metodologias da resolução de problemas (situação-problema) e atividades experimentais por investigação;
- Verificar a contribuição da sequência didática na superação das dificuldades de aprendizagem no ensino da eletroquímica dos conceitos sobre pilhas (células galvânicas);
- Examinar se a atividade experimental sobre pilhas e a situação – problema sobre biossensores se correlacionam com a teoria dos conceitos eletroquímicos ligados aos componentes de células galvânicas (pilhas).

### **3.2. CONTEXTO EDUCACIONAL**

A sequência didática foi construída no intuito de servir como instrumento pedagógico para posterior aplicação nas turmas do ensino médio, visto que estamos passando por um período de pandemia pelo vírus SARS-CoV-2 e as aulas estão acontecendo remotamente.

A BNCC define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos. Em cada etapa da Educação Básica são destinados códigos alfanuméricos que identificam as tais aprendizagens que devem ser alcançadas para a organização do currículo escolar de cada etapa, a estrutura dos códigos podemos ver na figura 6 abaixo:

**Figura 6** - Explicação dos componentes que estruturam os códigos destinados para representar as habilidades



Fonte: adaptado do documento da BNCC (2019)

As abordagens didáticas utilizadas na construção da sequência didática deste trabalho estão articuladas às competências específicas e suas habilidades encontradas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ensino médio da BNCC, sendo que das 3 competências específicas citadas nesta área de conhecimento, utilizaremos para o ensino da eletroquímica as competências específicas 1 e 3 e algumas habilidades que se enquadram na confecção da nossa sequência didática.

Na competência específica 1 está destinada a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

As habilidades que devem garantir a aprendizagem da competência específica 1 e serão utilizadas para a construção das SD são: (EM13CNT101) analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento

sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas; (EM13CNT104) avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis; e a habilidade (EM13CNT107) realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Já na competência específica 3 temos os métodos que como devemos construir o conhecimento pois nesta competência destina-se investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e TDIC.

Conjunto de habilidades necessárias para o ensino através de situação-problema destacadas da competência específica 3 são: (EM13CNT301) construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica; (EM13CNT303) interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações; e (EM13CNT307) analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

### 3.3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: INSTRUMENTAÇÃO PEDAGÓGICA

Uma Sequência Didática pode ser nomeada por: sequência de ensino-aprendizagem, unidade didática, plano de aula, ou ainda, plano de ensino. A 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” (ZABALA, 2010 apud FERRI, 2016).

A SD, elaborada neste trabalho, tem como propósito:

- explorar os principais termos da eletroquímica que possuem dificuldades de compreensão trabalhando o assunto de uma forma contextualizada, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos em relação as reações de oxirredução;
- utilizar a experimentação investigativa através do uso de um simulador do funcionamento de pilhas e na construção de uma pilha com limão;
- e aplicar os conceitos do ensino da eletroquímica ao funcionamento de biossensor de glicose aliados a situação-problema.

Sobre os conteúdos específicos de eletroquímica, foram contemplando os seguintes assuntos: conceito de oxidação e redução, componentes de reações de oxirredução, agente oxidante e redutor, conceitos gerais sobre células eletrolíticas, diferença entre células galvânicas (pilhas) e células eletrolíticas, funcionamento da Pilha de Daniell, com a finalidade de comparar com os componentes de atuação dos biossensores.

As atividades pedagógicas propostas na sequência didática foram divididas em 4 aulas de 50 minutos cada uma, para isso, foi necessário o uso de diferentes recursos didáticos, tais como: Datashow, texto de reportagem, simulador de pilha, atividades, documentários, vídeo aulas e materiais para o experimento. O modelo para a construção da sequência didática está no anexo 1.

#### 4. RESULTADO DA PESQUISA

A composição da monografia ocorreu a partir da construção do primeiro objetivo da pesquisa que foi a elaboração de uma sequência didática que contemple metodologias de ensino e que possibilite aos alunos atingir objetivos ligados ao processo de ensino e aprendizagem.

O grande desafio na construção de uma sequência didática é construir um instrumento pedagógico que utilize metodologias de ensino que promova uma aprendizagem significativa na prática de ensino da eletroquímica e que para muitos personagens educacionais é vista como desafiador, assim como outros conceitos ligados ao ensino da química.

Sequência didática proposta:

#### **SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ENSINO DE QUÍMICA**

**COMPONENTE CURRICULAR:** CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (QUÍMICA)

**SÉRIE:** 1º, 2º ou 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

##### 1. TEMA

ELETROQUÍMICA: CÉLULAS GALVÂNICAS

##### 2. CONTEÚDOS

Reações de oxirredução – reações químicas que transferem elétrons;

Células galvânicas;

Pilhas e baterias (Pilha de Daniell);

Biossensores (química e tecnologia).

##### 3. AULAS

4 aulas (50 minutos cada)

#### **AULA 1**

#### **CONTEÚDO**

Reações de oxirredução – reações químicas que transferem elétrons;

**OBJETIVO GERAL**

- Compreender o mecanismo da reação de oxidação e redução sobre a transferência de elétrons, princípio básico para o entendimento dos conteúdos ligados a eletroquímica.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir uma reação de oxirredução;
- Compreender os termos oxidação e redução sobre a transferência de elétrons;
- Identificar em uma reação de oxirredução, o agente oxidante e o agente redutor;
- Representar em uma equação química de reação de oxirredução os seus componentes;
- Relacionar a ação da reação de oxirredução com situações ligadas ao nosso cotidiano.

**ESTRATÉGIAS**

- Aula teórica/expositiva;
- Resolução de atividades.

**MOTIVAÇÃO**

A motivação se dará através da relação entre as reações de oxirredução com exemplos de situações que acontecem no cotidiano do aluno.

**RECURSOS DIDÁTICOS**

- Slides com a aula no Power point para a explicação dos conceitos e exemplos do nosso dia a dia;
- Material impresso – com o resumo dos principais assuntos discutidos na aula;
- Quadro e piloto;
- Atividade no caderno para identificar termos de uma reação de oxirredução.

**DESENVOLVIMENTO**

Iniciaremos com os alunos perguntando se eles já viram uma reação de oxirredução. Após essa introdução será compartilhado com os alunos, no Power point, situações do cotidiano que acontecem a reação de oxirredução, questionado se eles já viram ou conhecem alguma das reações e como é chamado por eles esse tipo de reação.

E então continuaremos mostrando e explicando outros tipos de reação que ocorrem ao nosso redor. Logo após esta etapa voltaremos para a primeira reação (ferrugem) para que eles possam expressar o que eles acham que acontece e, através da reação (ferrugem) e outras reações, trabalharemos com os componentes que formam a reação de oxirredução. Após a exposição da aula no Power point serão feitos, no quadro, exemplos sobre as reações de oxirredução além de atividade no caderno.

### **AValiação**

Serão avaliados em relação aos conhecimentos prévios relatados sobre as reações de oxirredução que acontecem no nosso cotidiano e a realização da atividade no caderno.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.

PERRUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

## **AULA 2**

### **CONTEÚDO**

- Células eletroquímicas – células galvânicas e eletrolíticas

### **OBJETIVO GERAL**

- Diferenciar célula galvânica e célula eletrolítica em relação a conversão da energia química e elétrica;
- Saber os tipos de células que podem ser encontradas no nosso cotidiano.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar a diferença entre as células eletroquímicas (células galvânicas e células ou células eletroquímicas) e o tipo de conversão que cada célula faz entre a energia elétrica e a energia química;
- Compartilhar com os alunos exemplos da utilização das células (celas) eletroquímicas no nosso cotidiano através do vídeo: Bateria: uma invenção que mudou o mundo.

### **ESTRATÉGIAS**

- Aula teórica/expositiva;

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do vídeo: Bateria: uma invenção que mudou o mundo.</li> </ul>
<p><b>MOTIVAÇÃO</b></p> <p>A motivação se dará através do vídeo sobre a descoberta da bateria.</p>
<p><b>RECURSOS DIDÁTICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides com a aula no Power point para a explicação dos conceitos, exemplos do nosso dia a dia e apresentação do vídeo;</li> <li>• Quadro e piloto;</li> </ul>
<p><b>DESENVOLVIMENTO</b></p> <p>Iniciaremos mostrando a diferença de coloração da estátua da liberdade dos EUA que é devida a oxidação, com uma leve revisão para que possa ser lembrado o foi visto na aula anterior.</p> <p>Após a revisão, serão apresentadas fotos relacionadas a células eletroquímicas e perguntando aos alunos sobre o que seriam células eletroquímicas. Então após a exposição de curiosidades, trabalharemos os conceitos relacionados às células eletroquímicas diferenciando quanto ao tipo de conversão de energia elétrica para a energia química, para em seguida discutir onde ocorrem esses tipos de células eletroquímicas (células galvânicas e eletrolíticas) no nosso cotidiano, explicando como ocorre a conversão nesses exemplos.</p> <p>Após introdução apresentaremos aos alunos o vídeo, “Bateria: uma invenção que mudou o mundo”, e logo em seguida será aberta uma discussão com os alunos sobre o que aconteceu no vídeo.</p>
<p><b>AValiação</b></p> <p>Serão avaliados em relação a participação dos alunos no diálogo sobre o vídeo a ser apresentado.</p>
<p><b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b></p> <p>FONSECA, M. R. M. <b>Química</b>. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.</p> <p>INVENÇÕES NA HISTÓRIA. Bateria: uma invenção que mudou o mundo. Vídeo publicado no dia 10 de junho de 2018. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=qkVpHwjQNk4">https://www.youtube.com/watch?v=qkVpHwjQNk4</a>. Acesso em 25 de outubro de 2020.</p> <p>PERRUZZO, F.M.; CANTO, E.L. <b>Química na abordagem do cotidiano</b>. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2006.</p> <p>USBERCO, J.; SALVADOR, E. <b>Química</b>. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.</p>

---

<b>AULA 3</b>
<b>CONTEÚDO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pilhas e baterias (Pilha de Daniell);</li></ul>
<b>OBJETIVO GERAL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender o mecanismo de funcionamento de uma pilha bem como os componentes e o sentido do fluxo de elétrons.</li></ul>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fazer um estudo de como ocorre o funcionamento e os componentes da pilha de Daniell;</li><li>• Utilizar um simulador de pilhas para entender o funcionamento da pilha e mostrar o fluxo de elétrons;</li><li>• Realizar a atividade experimental sobre a construção da pilha para ligar um objeto utilizando limões e discutir as questões investigativas do experimento.</li></ul>
<b>ESTRATÉGIAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aula teórica/expositiva;</li><li>• Utilizar o simulador de pilha;</li><li>• Realizar o experimento construindo uma pilha com limões;</li><li>• Responder as questões do experimento.</li></ul>
<b>MOTIVAÇÃO</b> <p>A motivação se dará através da utilização de práticas investigativas e explicativas para levar os alunos a compreender como ocorre o funcionamento da pilha de Daniell.</p>
<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Slides com a aula no Power point para a explicação dos conceitos, exemplos do nosso dia a dia, apresentação de vídeo e utilização do simulador;</li><li>• Material impresso com a descrição do experimento;</li><li>• Quadro e piloto;</li><li>• O caderno para responder os questionamentos do experimento;</li><li>• Material do experimento: limão; placa de cobre; placa de zinco; voltímetro; três fios elétricos com jacaré nas extremidades.</li></ul>
<b>DESENVOLVIMENTO</b>

Diante da discussão sobre a utilização desses dispositivos na nossa vida mostraremos como ocorre o funcionamento da pilha para que ocorra a conversão de energia química em elétrica. Dessa forma serão apresentados um esquema e os componentes para o funcionamento da pilha de Daniell.

O uso do simulador de pilhas nos mostrar como ocorre o funcionamento, a direção do fluxo de elétrons e os componentes que participam no funcionamento de uma pilha.

Após a utilização do simulador de pilhas e a conclusão da utilização dos componentes da pilha de Daniell, chega a hora de fazermos a atividade experimental investigativa, onde será construída uma pilha com o objetivo de ligar uma calculadora com limões. Através do experimento poderemos responder as questões que foram colocadas na atividade.

#### **AValiação**

Serão avaliados em relação a participação na utilização do simulador de pilhas e na resolução das questões da atividade investigativa.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CNENOAS. Pilha de Daniell. Disponível em: <https://www.noas.com.br/ensino-medio/quimica/fisico-quimica/eletroquimica/pilha-de-daniell/>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.

MUNDO DA ELÉTRICA. Pilha de limão com moeda. Vídeo publicado no dia 20 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l4Q6XshUfDo>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

PERRUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

#### **AULA 4**

##### **CONTEÚDO**

Biossensores (química e tecnologia).

##### **OBJETIVO GERAL**

Aplicar os conhecimentos sobre reação de oxirredução e pilha aos componentes que permitem o funcionamento de biossensores e a utilização dessa tecnologia.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Relembrar os componentes de uma reação de oxirredução;
- Revisar como ocorre o funcionamento da pilha de Daniell, seus componentes e funções;
- Aprender os componentes de um biossensor e as suas funções;
- Entender a relação entre os principais conceitos relacionados a componentes da pilha de Daniell e as estruturas que formam o biossensor de glicose;
- Conhecer como os biossensores podem ser utilizadas em várias áreas aplicando a tecnologia aos conceitos eletroquímicos.

### **ESTRATÉGIAS**

- Aula teórica/expositiva.
- Debates.
- Atividade no caderno

### **MOTIVAÇÃO**

A atividade motivadora para discussão da utilização de biossensores para uso em diagnóstico do novo coronavírus.

### **RECURSOS DIDÁTICOS**

- Slides com a aula no Power point;
- Quadro e piloto;
- Texto sobre o uso de biossensores para o diagnóstico do coronavírus;
- Assistir ao vídeo: O que são Biossensores? - Biotecnologia UFSCar.

### **DESENVOLVIMENTO**

Inicialmente leremos com os estudantes sobre a utilização dos biossensores na identificação do coronavírus. A discussão sobre esse assunto é um reflexo da atual situação e após esse momento, iremos relembrar os mecanismos de conceitos relacionados aos componentes eletroquímicos.

Após a primeira parte, iremos assistir ao vídeo: O que são Biossensores? - Biotecnologia UFSCar. Sendo assim a partir da descrição que é relatado no vídeo sobre uso, funções e aplicabilidades dos biossensores, iremos utilizar o biossensor de glicose para determinar como ele funciona e estabelecer a relação do biossensor de glicose com a eletroquímica. , A partir disso será realizada uma comparação deste com os componentes da pilha de Daniell, que foi vista como exemplo para os conceitos eletroquímicos aplicados ao funcionamento do biossensor de glicose.

### **AValiação**

A avaliação será através da participação do aluno em relação aos debates e atividades realizadas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOA VONTADE. Biosfera – reciclagem de pilhas (parte 1). Vídeo publicado no dia 20 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tYgyqU3yKL4>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.

PERCURSO PRÉ-VESTIBULAR. O risco de contaminação dos rios e nascentes com metais pesados. **Estado de Minas**, Minas Gerais, 16 de março de 2016. Caderno de Educação – ENEM. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2016/03/16/noticia-especial-enem,744010/o-risco-de-contaminacao-dos-rios-e-nascentes-com-metais-pesados.shtm>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

PERRUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

SHAREBIOTEC. O que são biossensores? – Biotecnologia UFSCar. Vídeo publicado no dia 17 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fOhJOQ5GHMc>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

## 5. DISCUSSÃO

O ensino de química baseado em uma sequência didática tem o objetivo de induzir os alunos a construir o conhecimento científico, a desempenharem uma aprendizagem significativa, a produzirem uma sistematização do raciocínio lógico do conteúdo aplicando os seus conhecimentos prévios.

Através das dificuldades de aprendizagem apontadas por autores em relação aos conteúdos de eletroquímica, foi verificado que muitos conceitos ligados a eletroquímica não conseguiam ter um significado, faltava então a contextualização. A contextualização pode ser aplicada a metodologias que torne a aplicação daquele conteúdo mais efetivo para o estudante.

Modificar a metodologia de ensino para determinado assunto proporciona efeitos positivos que promove a participação ativa dos estudantes e a aprendizagem significativa. Portanto na nossa sequência didática foi dado ênfase aos conceitos ligados a pilha. Por isso utilizamos a experimentação investigativa e a situação-problema. Na experimentação investigativa os alunos definirão na prática a função de cada componente ligado a pilha e a partir desses conceitos poderão criar uma pilha com o limão. Na situação-problema utilizaremos os biossensores para aplicar os conceitos de eletroquímica, fazendo uma comparação do funcionamento da pilha de Daniell com o mecanismo de funcionamento do biossensor eletroquímico.

Portanto a sequência didática foi elaborada e desenvolvida segundo os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009): a problematização, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento.

Na problematização inicial serão apresentadas situações reais que os alunos conhecem ou presenciam, colocado no desenvolvimento das aulas sempre como forma introdutória para que se comece a trabalhar os conhecimentos prévios e promova a curiosidade do aluno para o desenvolvimento de conceitos em ciências, como por exemplo: perguntar aos alunos se eles já viram uma reação de oxirredução; fazer a divulgação sobre a utilização do uso dos biossensores na identificação do coronavírus.

O uso desse momento pedagógico é muito importante pois o professor consegue identificar os conhecimentos prévios dos alunos necessários para o ensino de eletroquímica, traçar o perfil da turma fazendo uma diagnose sobre o tema escolhido para esta pesquisa e planejar um melhor aporte para traçar as metas da

sua prática docente. Estevam (2010) completa que as interações estabelecidas entre professor, aluno e a construção do saber (aprender) devem ser organizadas no contexto da aplicação de uma sequência didática.

Através das investigações sobre o conhecimento prévio, chega a hora de organizar o conhecimento de acordo com as teorias, ou seja agora os conhecimentos prévios serão aplicados aos temas estudados e assim o professor pode aplicar a metodologia mais adequada para aquele momento, como por exemplo que foi utilizada na aula 3, com o uso do simulador do funcionamento de pilhas.

Para Santos *et al* (2018), na experimentação investigativa, o aluno pode desenvolver todo o seu potencial e aperfeiçoar características significativas, a primeira é responsabilizar-se pelo processo de aprendizagem e assim desenvolver habilidades para a vida, a investigação estimula o aluno a assumir uma atitude colaborativa e a interatividade do aluno com processo de aprendizagem.

No momento da aula 3 apresentavam os conhecimentos prévios necessários para o estudo sobre os componentes de uma pilha e sobre as funções, mas não se tinha a aplicabilidade para poder testar a função dos componentes, o simulador proporcionou ao aluno o que o experimento não poderia fazer pois até para construir o experimento você deveria investigar como o “limão” tem relação com a pilha.

E por fim temos aplicabilidade daquele conhecimento, neste momento o aluno pode ser capaz de investigar, analisar e interpretar a relação do conteúdo. Esse momento pedagógico é chamado de aplicação do conhecimento. Esse aporte pedagógico podemos ver na utilização da situação-problema, que tem a finalidade de relacionar um assunto da escola com algo de sua realidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAYA, A. A. S.; KUBOTA, L. A utilização de materiais obtidos pelo processo de sol-gel na construção de biossensores. **Química Nova**. v. 25, n. 5, São Paulo, 2002.

ALVES, L. M. Desenvolvimento de biossensor eletroquímico para a detecção de glutamato. 2014. 67 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

ANDRADE, Y. I. T.; COSTA, B. M. O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes das Escolas Estaduais de São Carlos-SP. **Química Nova na Escola**, v. 38, p. 208–214, 2016.

ARAÚJO, D. L. DE. O que é (e como faz) sequência didática? 1. **Entrepalavras**, v. 3, p. 322–334, 2013.

BARBOSA JUNIOR, J. R. **Analisando como o ensino de química está articulado à educação ambiental sob a perspectiva da Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. 2019. Trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Química, UFRPE, Recife: Pernambuco, 2019.

BARRETO, B.S.J.; BATISTA, C.H.; CRUZ, M.C.P. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. **Revista Química Nova na Escola**, n<sup>o</sup> 1, p. 52-58, 2017.

BELLINI, E. M. Proposta de sequência didática para o ensino de eletroquímica e sensibilização ambiental quanto aos impactos do descarte de pilhas e baterias. 2018. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em formação científica, educacional e tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

\_\_\_\_\_, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nº 9394/96**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm) Acesso em 10 de setembro de 2018.

BOA VONTADE. Biosfera – reciclagem de pilhas (parte 1). Vídeo publicado no dia 20 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tYgyqU3yKL4>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

CACHAPUZ, A. F. “**Epistemologia e ensino das ciências no pós mudança conceptual: análise de um percurso de pesquisa**”. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciências. p. 1–10, 1999.

CNENOAS. Pilha de Daniell. Disponível em: <https://www.noas.com.br/ensino-medio/quimica/fisico-quimica/eletroquimica/pilha-de-daniell/>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências fundamentos e métodos**. 4<sup>o</sup> edição. São Paulo: Cortez, 2011.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova Escola**, v. Maio, n. 9, p. 31–40, 1999.

ESTEVAM, E. J. G. (Res)Significando a educação estatística no ensino fundamental: análise de uma sequência didática apoiada nas tecnologias de informação e comunicação. 2010. 213 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Campus de Presidente Prudente, São Paulo, 2010.

FARIAS, L.A.; ALMEIDA, J.V.V.; AMORIM, C.S; TEIXEIRA, A.M.S. **Corrida eletrônica: criação de um jogo de tabuleiro sobre reações de oxirredução e afins**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Revista Química Nova na Escola**, n. 02, 2010.

FERRI, K. C. F. Uma sequência didática para o ensino de eletroquímica nos cursos técnicos em eletrotécnica e edificações no IFG campus Jataí. 2016. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, Goiás, 2016.

FREIRE, M. S.; SILVA JUNIOR, C. N.; SILVA, M. G. L.. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011, Campinas. VIII ENPEC. Campinas: Abrapec, 2011. v. 1. p. 1-12.

FREITAS, S. L. **A construção da bateria de refrigerante: uma alternativa para o ensino de eletroquímica**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

FONSECA, M. R. M. **Química**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2013.

FURTADO, R. F. et al. Aplicações de Biossensores na Análise da Qualidade de Alimentos. Documentos 117, **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, Ceará, 2008.

GUERRA, A. C. S. Biossensor como proposta alternativa para o ensino da eletroquímica. 2018. 46 f. Trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Química, UFRPE, Recife: Pernambuco, 2018.

HOCEVAR, M. A. Biossensores estruturados com polímeros condutores para detecção de glicose. 2016. 147 f. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGEM, do Departamento de

Materiais da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Porto Alegre, 2016.

INVENÇÕES NA HISTÓRIA. Bateria: uma invenção que mudou o mundo. Vídeo publicado no dia 10 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qkVpHwjQNk4>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

JASKI, A.C.; LOLLI, C.F.M.; SOCOLOWSKI, J.C.N.; ALMEIDA, S.V.; VALERIO, T.L.; ROSA, E.A. **Investigação nas aulas de eletroquímica do ensino superior**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

JUSTO, V. A. A abordagem de ensino por investigação nas atividades experimentais de eletroquímica dos livros didáticos do PNLD - 2015. 2016. 133 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação ENCI-UAB do CECIMIG. FAE/UFMG, Belo Horizonte: Minas Gerais, 2016.

KLEIN, S.G.; BRAIBANTE, M.E.F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. **Revista Química Nova na Escola**, n<sup>o</sup>1, p. 35-45, 2017.

LIMA, M. E. C. DE C.; MAUÉS, E. Uma Releitura Do Papel Da Professora Das Séries Iniciais No Desenvolvimento E Aprendizagem De Ciências Das Crianças. **Ensaio**, v. 8, n. 2, p. 184–198, 2006.

LIMA, R. S. et al. Biossensor enzimático para detecção de fungicidas ditiocarbamatos. Estudo cinético da enzima aldeído desidrogenase e otimização do biossensor. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 9–17, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000100003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000100003). Acesso em 18 de outubro de 2020.

LUCAS, L. B.; BATISTA, I. DE L. Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 245–273, 2011.

MARQUES, H.S.; SOUZA, K.S.; FARIAS, S.A.; BORGES, D.K.G. **Mudanças ou transformações químicas: uma proposta de atividade investigativa**. In: XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (XIX ENEQ). Rio Branco, AC, Brasil – 16 a 19 de julho de 2018.

MEDEIROS, J. S. S. **Proposta de UEPS abordando conceitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem da eletroquímica**. 2018. Dissertação (mestrado) - Pós-graduação em ensino de ciências naturais e matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, 2018.

MELO, A. F. Desenvolvimento preliminar de um biossensor enzimático para determinação de taninos hidrolisáveis. 2008. 127 f. Dissertação (mestrado). Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MUNDO DA ELÉTRICA. Pilha de limão com moeda. Vídeo publicado no dia 20 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l4Q6XshUfDo>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, L. B. (org.). **Formação, representações e saberes docentes: elementos para se pensar a profissionalização dos professores**. 1. Ed. Campinas, SP: Mercado de Letras; Natal, RN: UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

OLIVEIRA, A. E. F.; PEREIRA, A. C. Biossensores e a indústria alimentar - revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 5, p. 1311–1333, 2016. Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/novo/index.php?hash=tema.97>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

ORNELAS, A.G.C.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SENNA, L.F.; ROCHA, A.S. **Experienciando eletroquímica a partir de uma pilha de compartimento único**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

PATROCÍNIO, A.A.; MORADILLO, E.F.; PINHEIRO, B.C.S. **Proposta para o ensino de eletroquímica: uma abordagem histórico-crítica a partir do contexto do desenvolvimento das pilhas**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

PERCURSO PRÉ-VESTIBULAR. O risco de contaminação dos rios e nascentes com metais pesados. **Estado de Minas**, Minas Gerais, 16 de março de 2016. Caderno de Educação – ENEM. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2016/03/16/noticia-especial-enem,744010/o-risco-de-contaminacao-dos-rios-e-nascentes-com-metais-pesados.shtm>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

PEREIRA, A. DE S.; PIRES, D. X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 385–413, 2012.

PERRUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

PERUMAL, V.; HASHIM, U.; TIJJANI, A. Advances in biosensors: principle, architecture and applications. **Journal of Applied Biomedicine**. v. 11, p.1- 34, 2013.

PROFESSORA MANUKA. Pilha de Daniell e reações de oxidação e redução. Disponível em: <http://www.professoramanuka.com.br/2016/12/pilha-de-daniell-e-reacoes-de-oxidacao-reducao.html>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

QUEIROZ, A.C.S.; GOMES, P.D.S.; SOUZA, L.K.C; FERREIRA, U.V.S. **A importância da situação-problema no ensino por problemas**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

RIBEIRO JÚNIOR, E. J. M. Aprimoramento de biossensor de lacase para determinação de micropoluentes fenólicos em águas contaminadas. 2015. 40 f. Dissertação (mestrado). Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás, Goiânia: Goiás, 2015.

RODRIGUES, R. P.; TIZZO, D.F.; TEIXEIRA, D.P.D.; REZENDE, G.A.A. **O desenvolvimento de sequência didática para o ensino de eletroquímica com o foco na experimentação.** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

SANTOS, T.N.P.; BATISTA, C.H.; OLIVEIRA, P.C.; CRUZ, M.C.P. Aprendizagem ativo-colaborativa-iterativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Revista Química nova na escola**, n<sup>o</sup>4, p. 258-266, 2018.

SHAREBIOTEC. O que são biossensores? – Biotecnologia UFSCar. Vídeo publicado no dia 17 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fOhJOQ5GHMc>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

SILVA NETO, G.P.; SILVA, R.G.; COSTA, S.S.; ATAÍDE, R.P. **Utilização de situações problemas em atividades experimentais no ensino médio.** In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB (ENECT).

SILVA, L.A.; SILVA, F.C.V. **A contextualização do conteúdo de eletroquímica: um olhar para o livro didático e para concepções de professores de química.** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

SOUZA, L.P.; FLORIANO, L.S.; **Eletrólise aquosa do NaCl – um experimento de baixo custo para elucidação de conceitos eletroquímicos.** In: XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (XIX ENEQ). Rio Branco, AC, Brasil – 16 a 19 de julho de 2018.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, n. 3, p. 667–677, 2010.

TONIATTO, É. C. M. **Atividade Investigativas: o impacto na capacidade de argumentação em alunos do ensino médio sobre eletroquímica.** 2015. Trabalho de conclusão do curso da Universidade Estadual Paulista, Bauru: São Paulo, 2015.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química.** 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

VELLACA, R. F. et al. Investigando as concepções alternativas dos estudantes sobre eletroquímica. **V Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências**, n. 1809–5100, p. 1–11, 2005.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. R. Iniciação á alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 525–543, 2013.

## 7. ANEXO A – MODELO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<p><b>DISCIPLINA:</b> _____</p> <p><b>PROFESSORES(AS):</b> _____</p> <p><b>SÉRIE:</b> _____ <b>TURMA:</b> _____ <b>TURNOS:</b> _____</p>
<p><b>TEMA</b> (escolha um tema)</p> <p><b>CONTEÚDOS</b> (detalhar os conteúdos que serão trabalhados);</p> <p><b>AULA(S)</b> (quantas horas-aulas serão necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos).</p>
<p><b>OBJETIVO GERAL</b> (saberes que os alunos devem alcançar, o que queremos dos nossos alunos, lembrando que o objetivo geral está relacionado com o tema)</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> (devem colocar um objetivo para cada ação).</p>
<p><b>ESTRATÉGIAS</b> (exemplo: discussões, jogos, brincadeiras, trabalho em grupo etc.).</p>
<p><b>MOTIVAÇÃO</b> (o que serão utilizados para motivar a aprendizagem).</p>
<p><b>RECURSOS DIDÁTICOS</b> Recursos gerais – materiais previamente preparados e mantidos à disposição de todos os membros da escola; Físico – folhas de tarefa, livros didáticos, livros paradidáticos, textos complementares, vídeos, equipamentos audiovisuais, computadores, matérias de arte. Recursos pessoais (o professor cria as suas próprias ferramentas didáticas – são aquelas que você cria para ensinar numa turma específica, com a devida consideração as necessidades particulares. Ex: Você cria um painel, um jogo para explicar um conteúdo, esse recurso é muito utilizado quando trabalha com alunos com necessidades especiais.</p>
<p><b>DESENVOLVIMENTO:</b> Ex: Detalhar cada etapa, colocando tudo que o professor precisar realizar (Vocês fizeram esse desenvolvimento na atividade do fórum “Fazer Arte na Escola”) Importante detalhar bem. Em cada etapa colocar o tempo para desenvolvimento. Colocar as <b>TAREFAS/ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM, INCLUINDO RECURSOS USADOS</b> (são os recursos que foram colocados no item 5, agora específico para cada atividade. O desenvolvimento são as sequências dos passos necessários para cada atividade”, quer dizer o passo a passo das tarefas.</p>
<p><b>AValiação:</b> Como os alunos vão ser avaliados?</p>
<p><b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> (que serão utilizadas pelos alunos)</p>