

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**WAGNER FERREIRA**

**CONSTRUÇÃO DE RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINAR ELETROQUÍMICA  
PARA ALUNOS CEGOS**

**MEDIANEIRA**

**2021**

**WAGNER FERREIRA**

**CONSTRUÇÃO DE RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINAR ELETROQUÍMICA  
PARA ALUNOS CEGOS**

**Construction of didactic resources to teach electrochemistry to blind students**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Shiderlene Vieira de Almeida.

Coorientador(a): Silvana Mendonça Lopes Valentin.

**MEDIANEIRA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**WAGNER FERREIRA**

**CONSTRUÇÃO DE RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINAR ELETROQUÍMICA  
PARA ALUNOS CEGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Licenciado em Química do Curso de Licenciatura  
em Química da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 10 de dezembro de 2021

---

Shiderlene Vieira de Almeida

Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Dayse Grassi Bernardon

Doutora

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Rodrigo Ruschel Nunes

Mestre

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

**MEDIANEIRA**

**2021**

Dedico este trabalho a todos os professores que  
contribuíram para a construção do meu  
conhecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora Prof.(a) Dr.(a) Shiderlene Vieira de Almeida, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço a minha coorientadora Prof.(a) Dr.(a) Silvana Mendonça Lopes Valentin, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

À minha amiga Paula Regina dos Santos pelo apoio e incentivo nessa trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para o desenvolvimento desta proposta.

Não há saber mais, nem saber menos, há  
saberes diferentes (FREIRE, 1987).

## RESUMO

Na química, assim como em outras disciplinas, existem muitas dificuldades para realizar-se a inclusão, pois os recursos didáticos disponíveis para os docentes atuarem em sala são escassos, ocorrendo em muitas situações a utilização de métodos e recursos didáticos do ensino regular no ensino inclusivo. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um material didático de eletroquímica, enfatizando a aprendizagem sobre pilhas para os alunos cegos do ensino médio em uma aula experimental. O trabalho realizado consiste na elaboração e disponibilização de um material didático e, portanto, descreve-se toda a sequência de produção, desde a escolha dos materiais utilizados até a forma de montagem. Espera-se que o material didático desenvolvido sirva para subsidiar a prática dos professores de Química, enfatizando a importância de se (re)pensar as adaptações necessárias para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos cegos.

**Palavras-chave:** educação inclusiva; eletroquímica; aula experimental.

## ABSTRACT

In chemistry, as in other subjects, there are many difficulties in achieving inclusion, as the didactic resources available for teachers to work in the classroom are scarce, and in many situations the use of didactic methods and resources of regular education in inclusive education occur. This work aims to develop a teaching material for electrochemistry, emphasizing battery learning for blind high school students in an experimental class. The work carried out consists in the elaboration and availability of teaching material and, therefore, the entire production sequence is described, from the choice of materials used to the form of assembly. It is expected that the didactic material developed will serve to subsidize the practice of Chemistry teachers, emphasizing the importance of (re)thinking the necessary adaptations for the teaching and learning process of blind students.

**Keywords:** inclusive education; electrochemistry; experimental class.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Alessandro Volta e o esquema de sua pilha elétrica .....	28
Figura 2 – Pilha de Daniell .....	29
Figura 3 – Aspecto da pilha após certo tempo de funcionamento .....	30
Figura 4 – Representação macroscópica dos processos de deposição e corrosão .....	33
Figura 5 – Haste presa na morsa .....	34
Figura 6 – Hastes dobradas .....	35
Figura 7 – Corte paralelo nas extremidades com a esmerilhadeira .....	36
Figura 8 – Extremidade da haste recortada com a esmerilhadeira .....	36
Figura 9 – Placa 8cm x 3cm encaixada no recorte de haste .....	37
Figura 10 – Processo de conformação mecânica .....	37
Figura 11 – Processo de solda da placa na haste .....	38
Figura 12 – Processo mecânico de furar .....	38
Figura 13 – MDF com os béckers fixados .....	39
Figura 14 – Materiais para montar os eletrodos .....	39
Figura 15 – Eletrodos antes do processo de corrosão e deposição .....	40
Figura 16 – Ânodo .....	40
Figura 17 – Cátodo .....	41
Figura 18 – Ânodo e cátodo .....	41
Figura 19 – Isopor para representar o solvente .....	42
Figura 20 – Celas eletrolíticas sem isopor .....	42
Figura 21 – Eletrodos imersos em soluções químicas .....	43
Figura 22 – Recurso didático pronto para ser utilizado .....	44
Quadro 1 – Sugestão de plano de aula para aplicar o recurso didático .....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Ojetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Educação inclusiva.....</b>	<b>17</b>
4.1.1	Contexto histórico da inclusão.....	17
4.1.2	Abordagem pedagógica da inclusão.....	18
<b>4.2</b>	<b>Experimentação na química.....</b>	<b>21</b>
4.2.1	Contexto histórico da química e a experimentação.....	21
4.2.2	Abordagem pedagógica da experimentação na química.....	23
<b>4.3</b>	<b>Recurso didático e sua construção.....</b>	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Eletroquímica.....</b>	<b>27</b>
4.4.1	Pilhas.....	28
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO RECURSO DIDÁTICO.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A visão é um importante sentido no processo de aprendizagem, pois através dela capta-se uma gama muito grande de informações. Sua ausência caracteriza-se como a perda de um analisador importante que permite estabelecer conexões muito sutis e complexas do indivíduo com o meio que o cerca (MOLOSSI *et al.*, 2016).

O cego por encontrar-se privado do sentido da visão, depara-se com diversas restrições no cotidiano, e conseqüentemente enfrenta inúmeras dificuldades ao frequentar uma escola regular. Essas restrições vão muito além da ausência da visão, ou seja, abrangem questões pedagógicas como a falta de materiais didáticos adaptados e docentes qualificados para atuarem no ensino de discentes cegos. Assim, no ensino, os materiais didáticos podem contribuir com grande relevância, e tratando-se de ensino para cegos podem ter um papel ainda mais importante, pois através destes, pode-se buscar alternativas para que os alunos cegos alcancem a compreensão dos conteúdos estudados. Também, por meio do uso de materiais didáticos, pode-se tornar as aulas mais dinâmicas e estimular-se a participação dos alunos, tornando os mesmos mais participativos no processo de aprendizagem. Ou seja, os materiais didáticos podem servir como mediadores que facilitam a relação aluno e professor no processo de ensino aprendizagem, quando o conhecimento está sendo construído (MOLOSSI *et al.*, 2016).

Com o intuito de melhorar o processo inclusivo de ensino e aprendizagem de Química, buscou-se uma proposta em que se destaca o desenvolvimento de um material didático para uma aula experimental para alunos cegos. A abordagem pela experimentação, permite aos alunos a oportunidade de interagir desde a interpretação do problema até a solução do mesmo, ou seja, esse tipo de atividade permite ao aluno maior participação em todo o processo de aprendizagem. Logo, o aluno pode debater, questionar e testar suas hipóteses e ideias, confirmando-as ou reelaborando-as, além de coletar e analisar dados para encontrar possíveis soluções para o problema.

## 2 JUSTIFICATIVA

A educação é um direito de todos, e deve garantir o pleno desenvolvimento da pessoa, seu exercício de cidadania e sua qualificação para o trabalho, conforme previsto no Art. 205 da Constituição Federal, de 10 de maio de 1988 (BRASIL, 1988), portanto deve-se estabelecer a igualdade de condições no acesso e a permanência na escola como um princípio, sendo dever do Estado oferecer o atendimento educacional especializado e, de preferência na rede de ensino regular como especificado no Art. 58 da Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996).

Silva (2011) complementa que a inclusão além de um direito, é também um desafio, pois constitui-se como um valor e, propicia a percepção da heterogeneidade na qual a mesma está envolta, obrigando-nos a respostas para desenvolvê-la na esfera da educação. A autora também ressalta que a educação inclusiva requer novas práticas e, portanto, a escola como um todo deve entender a inclusão não apenas como um direito, mas também como um benefício, pois propicia o crescimento de todos, uma vez que se vive e convive-se mais adequadamente com as diferenças que nos caracterizam.

A educação inclusiva no Brasil está em ascensão, pois as instituições de ensino estão recebendo os alunos com necessidades especiais. Sendo assim, esses indivíduos necessitam frequentar de forma regular, estabelecimentos de ensino, que propiciem à interação social independente das suas dificuldades. Logo, para atingir tais objetivos, faz-se necessário elaborar atividades e/ou materiais para que esses alunos, com alguma necessidade especial, tenham acesso à educação de forma análoga aos demais alunos. Para o educador, formular atividades e materiais didáticos inclusivos representa um grande desafio, pois deve-se realizar uma análise cautelosa de qual meio é mais efetivo para assimilação e compreensão do conteúdo proposto. Ou seja, utilizar recursos adequados com os alunos com necessidades especiais proporciona uma educação similar à dos demais alunos que possuem capacidade suficiente para compreender o conteúdo sem o material didático de apoio (JESUS *et al*, 2016).

O material didático a ser desenvolvido propiciará suporte ao processo educacional, respeitando-se as limitações físicas e sensoriais no processo de ensino

aprendizagem do aluno com necessidades especiais. Portanto, é fundamental aliar criatividade e invenção, possibilitando conectar a metodologia e a didática do professor no processo de ensino aprendizagem e, em parceria com o professor formador especializado promover o acesso do aluno portador de necessidades especiais ao currículo (SELVATICI; DE MOURA, 2012).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Desenvolver um material didático para ensinar o conteúdo de eletroquímica/corrosão para alunos cegos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Confeccionar o material didático com materiais de fácil aquisição e de baixo custo.
- Descrever a sequência de construção e suas peculiaridades para terceiros poderem reproduzir o material desenvolvido.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 Educação inclusiva

#### 4.1.1 Contexto histórico da inclusão

Nos primórdios da humanidade, via-se a deficiência como deformação do corpo e da mente. Os primeiros humanos a viverem em grupos garantiam a sobrevivência utilizando-se da força, logo os indivíduos do grupo que possuíam alguma deformação eram vistos como empecilhos para a sobrevivência do grupo e considerados como incapazes de sobreviverem. Há relatos desde tempos históricos remotos quanto ao abandono e cruéis sacrifícios devido a considerar-se que as crianças com alguma deficiência eram frutos do pecado ou de feitiçaria (NOLASCO *et al.*, 2017).

No decorrer da história da humanidade, as pessoas com deficiência foram vistas de diferentes formas e concepções, pois aqueles que eram considerados “diferentes” sempre foram definidos pela exclusão e, trouxeram consigo ao longo da história a marca da rejeição. O deficiente, sempre foi visto, através da ótica histórico-cultural, como um sujeito fora dos padrões normais, ou seja, sempre ditou-se a sociedade critérios de normalidade que excluía os deficientes do convívio na mesma (RODRIGUES; FERREIRA, 2017).

Durante a idade média, por meio do cristianismo, criou-se os primeiros hospitais de caridade, cuja finalidade era combater os abandonos e as mutilações que aconteciam com normalidade. Em 1766, com a finalidade de combater a desproteção que os abandonados e mutilados sofriam, criou-se as rodas de exposto, onde as crianças podiam refugiar-se e recebiam cuidados dos religiosos. Porém deve-se ressaltar que a mesma religião responsável por acolher também segregava, pois impunha-se um ideal de perfeição, em que aqueles que eram tidos como “diferentes” eram impossibilitados de seguir. Esses hospitais de caridade configuravam-se como refúgio e, apenas através destes muitas crianças conseguiram sobreviver nesse período. Em contrapartida é essencial relatar que apesar de acolher, esses estabelecimentos excluía os indivíduos do convívio social, ou seja, uma segregação, um esquecimento, uma exclusão dos mesmos

(NOLASCO *et al.*, 2017).

A primeira escola do mundo voltada para os cegos foi o Instituto Real dos Jovens Cegos, fundada em Paris em 1784, pelo francês Valentin Haüy. Foi nessa escola que em 1819 Louis Braille, aos 10 anos de idade ingressou, sendo mais tarde responsável por desenvolver o sistema Braille de escrita para cegos, que era baseado no sistema do Capitão de Artilharia do Exército Francês Charles Barbier de La Serre. Relata-se que o sistema Braille chegou ao Brasil por meio de José Álvares de Azevedo que estudou em Paris durante seis anos e, ao retornar, por intermédio do Barão do Rio Bonito, conseguiu uma entrevista com então Imperador D. Pedro II, fazendo-lhe uma demonstração de leitura e escrita em Braille. Logo o Imperador impressionado pelo desempenho do jovem Azevedo determinou a instalação de uma escola para cegos na cidade do Rio de Janeiro e, assim em 17 de setembro de 1854, inaugurou-se o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant, sendo a primeira instituição de ensino para cegos da América Latina (ABREU *et al.*, 2008).

Apesar de o Brasil ter criado a primeira escola para cegos da América Latina, a legislação que tornou obrigatória a inclusão destes no ensino regular, só veio a ocorrer em meados da década de 1990. O Art. 205 da Constituição Federal, de 10 de maio de 1988 (BRASIL, 1988), prevê que a educação é um direito de todos, e deve garantir o pleno desenvolvimento da pessoa, seu exercício de cidadania e sua qualificação para o trabalho. O Art. 58 da Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) estabelece a igualdade de condições no acesso e a permanência na escola como um princípio, sendo dever do Estado ofertar o atendimento educacional especializado e, de preferência, na rede de ensino regular. Logo com a legislação garantindo o ensino inclusive, as instituições de ensino regulares tiveram que absorver essa demanda, porém não havia materiais didáticos para tal ação, nem os profissionais da educação estavam capacitados para executá-la.

#### 4.1.2 Abordagem pedagógica da inclusão

A inclusão impõem grandes desafios atualmente, pois não se trata apenas de garantir a inserção dos alunos com necessidades especiais no ensino regular.

Conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9394/96) deve-se propiciar a todos os alunos com necessidades especiais educação na rede de ensino regular e, que profissionais especializados estejam lá para atendê-los. Porém é corriqueiro observar que esses alunos apenas são inseridos na sala de aula e, não tem o acesso à informação como recomenda a legislação. É necessário que se busquem alternativas no ambiente escolar, a fim de se evitar que esses alunos fiquem desamparados nos processos de ensino-aprendizagem.

Os professores que não conhecem as peculiaridades do caso de inclusão que possuem em sala de aula, acabam optando em muitas ocasiões por isolar esses alunos que possuem alguma deficiência e, para que eles sejam aprovados, acabam atribuindo notas sem haver uma preocupação se a aprendizagem ocorreu. Esse procedimento que alguns professores adotam, acabam desestimulando os alunos e propiciam a eles um sentimento de que não são capazes de aprender. O isolamento pode afetar além dos alunos com deficiência os alunos regulares que deixam de conviver com os alunos inclusivos, ou seja, perde-se a oportunidade de desenvolver-se os sentimentos de afeto, tolerância e aceitação pois, quando isto não ocorre, aumenta-se a probabilidade de formar adultos com preconceito (CAVALCANT; SANTOS, 2016).

O profissional que desenvolve a prática docente inclusiva deve conhecer as características dos alunos de inclusão presentes nas salas de aula onde media o conhecimento. No caso da deficiência visual, pode-se conhecer suas características por meio de Ribeiro (2017) que a divide em cegueira e baixa visão. A cegueira é a perda total da visão onde há ausência da percepção de luz, já a baixa visão vai desde a condição de indicar projeção de luz até o grau em que a redução da capacidade do olho para distinguir detalhes espaciais interfere ou limita seu desempenho (RIBEIRO, 2017). Nesse sentido, segundo a autora, o processo de ensino aprendizagem de um aluno com baixa visão desenvolve-se através de recursos específicos a sua limitação, preferencialmente através de recursos visuais ampliados. Já para casos de cegueira total, conforme a autora, o processo de ensino aprendizagem ocorrerá através dos demais sentidos, ou seja, utilizando-se tato, audição, olfato, paladar, e também o sistema de escrita Braille.

É essencial que os docentes compreendam que há graus de deficiência visual e, dessa forma se conscientizem sobre a importância de se elaborar materiais e práticas educativas que propiciem a inclusão dos alunos com deficiência visual no

processo de aprendizagem em sala de aula. O uso de recursos didáticos na educação é um ponto central e, a pouca disponibilização de material adequado propicia uma redução na aprendizagem da criança com deficiência (SILVA *et al*, 2010).

Na busca por estratégias que possam auxiliar o professor formador, pode-se optar por utilizar-se o lúdico, que de acordo com Santos (2010) desperta o gosto pelo aprender e proporciona o enfrentamento de desafios conforme eles surgem, ou seja, quando se brinca e se joga, penetra-se no âmbito das relações sociais, desenvolvendo-se assim a iniciativa e o hábito de auxiliar mutuamente. A autora também ressalta que a aprendizagem por meio do lúdico é prazerosa e, propicia ao aluno o estabelecimento de relações cognitivas através das experiências que este vivência, pois o ato de brincar proporciona a aprendizagem dos conteúdos escolares e assim o aluno constrói o conhecimento e aprende a conviver com os demais alunos.

Conforme Vygotsky (1987) a aprendizagem e o desenvolvimento das crianças estão estritamente relacionados, sendo que as mesmas se inter-relacionam com o meio objeto e social, internalizando dessa forma o conhecimento que advém do processo de construção.

Portanto quando desenvolve-se recursos didáticos diversos é essencial que os mesmos possuam estímulos visuais e táteis, ou seja, esses recursos didáticos devem atender às diferentes condições visuais que o cego possui (SILVA *et al*, 2010). Portanto, a autora e colaboradores descrevem que:

O material deve apresentar cores contrastantes, texturas e tamanhos adequados. Outro fator importante está em sempre tentarmos representar o objeto tão próximo quanto possível do modelo real. Os recursos devem ser atraentes para a visão e agradáveis ao tato. As dimensões e o tamanho devem ser observados, considerando que objetos pequenos demais se perdem com facilidade e que grandes demais prejudicam a compreensão do todo. O relevo deve ser facilmente percebido pelo tato e com variadas texturas para melhor destacar as partes componentes do todo. Contrastes do tipo liso/áspero, fino/espesso contribuem para o aprendizado do aluno e são excelentes estimuladores táteis. O material não deve provocar rejeição ao manuseio e ser resistente à exploração tátil. (SILVA *et al*, 2010).

Paulo *et al* (2018), por exemplo, apontaram que ao elaborar os materiais para ensino inclusivo na proposta deles, procuraram que os mesmos fizessem uma transposição do conteúdo proposto de forma que fossem acessíveis aos alunos cegos e propiciassem uma instrumentação aos professores. Os autores relatam que

confeccionaram o material depois de realizarem uma pesquisa de quais materiais seriam de fácil acesso, baixo custo e de como poderiam os mesmos serem utilizados para a confecção do material proposto. Segundo os autores, na seleção dos materiais tomou-se como base a experiência adquirida por terceiros e, dessa forma buscou-se evitar materiais que possam causar alguma reação adversa a pele das pessoas cegas ou que propiciem aversão ao tato.

Neste trabalho, propõem-se elaborar um material didático que propicie a transposição do conteúdo de eletroquímica, em uma aula experimental que aborde sobre corrosão, utilizando-se para esse fim materiais de fácil acesso, baixo custo, que não causem reações adversas a pele ou que propiciem aversão ao tato. Logo, assim como no caso proposto por Paulo (2018) e seus colaboradores, objetiva-se nesse trabalho, transpor o conteúdo proposto ao aluno inclusivo e instrumentalizar o professor formador do mesmo, ou seja, espera-se melhorar o processo de ensino e aprendizagem para o conteúdo de eletroquímica/corrosão.

## **4.2 Experimentação na química**

### **4.2.1 Contexto histórico da química e a experimentação**

De acordo com Chagas (2001) a utilização de reações químicas pelo homem é algo muito antigo e comum a praticamente todos os povos, ou seja, a utilização do fogo, a produção de bebidas através da fermentação, a produção de pigmentos, cerâmica e a metalurgia, por exemplo, são alguns dos processos conhecidos de civilizações muito antigas.

Conforme Vanin (2005), provavelmente a primeira vez que o homem voltou sua atenção para essas transformações químicas foi ao observar o fogo e seus resultados de algum acontecimento fortuito. Ou seja, deve ter sido surpreendente para o homem primitivo constatar que a ação da chama transformava madeira em cinzas ou que rochas tornavam-se líquido e que ao esfriar ganhavam aspecto vítreo. Assim utilizou-se o fogo para afugentar animais que quisessem atacar na escuridão, permitiu habitar-se lugares frios, melhorar a alimentação cozinhando os alimentos, ou seja, as alterações da estrutura da matéria, ocasionadas pelo calor, trouxeram muitos benefícios ao homem, fazendo com que ele buscasse respostas

para tais transformações que ocorriam. Dessa forma, o homem passou a testar, investigar e experimentar para obter soluções a seus questionamentos. Desenvolveu-se assim a experimentação durante muitos séculos sem critérios definidos, baseando-se em tentativa e erro e relacionando-se fenômenos físicos e químicos ao místico e ao divino, porém em meados do século XVII ocorreram mudanças significativas na forma de se executar a experimentação.

De acordo com Giordan (1999) a experimentação desempenhou um papel muito importante para que houvesse uma consolidação das ciências naturais em meados do século XVII, pois conforme formularam-se leis, estas passaram pelo crivo das situações empíricas propostas, através de uma lógica sequencial onde formulavam-se hipóteses e verificava-se a consistência das mesmas. Assim ocorre uma ruptura com as formas de investigação em vigência que consideravam uma relação entre a natureza o homem e o divino, ou seja, a experimentação passou a ocupar lugar de destaque na proposição da metodologia científica, que baseava-se na racionalização de procedimentos, assimilando-se métodos de pensamentos característicos como a indução e a dedução.

O autor ainda afirma que ao estabelecer-se um problema, o cientista preocupa-se em desenvolver alguns experimentos que o direcionem a realizar observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los no meio em que convive, realizando assim uma tentativa de filtrar as explicações referentes aos fenômenos relacionados ao problema que está se estudando e, complementa que:

O acúmulo de observações e dados, ambos derivados do estágio de experimentação, permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes. Esse processo de formular enunciados gerais à custa de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento, é conhecido como indução (GIORDAN, 1999).

No dizer de Sartori (2012) relaciona-se a experimentação ao sujeito investigador, que procura organizar suas ideias na construção de elementos propiciando-se respostas referentes ao meio em que está inserido e sobre si mesmo, ou seja, trata-se de uma construção elaborada, um processo historicamente construído que possibilita estabelecer o conhecimento científico. Para o autor, conhecimentos de senso comum ou científico são diferentes, tanto na sua estrutura e na sua validade, sendo que constituem-se de motivações e critérios diferentes,

porém possuem pontos em comum que manifestam-se nos processos individuais de produção.

#### 4.2.2 Abordagem pedagógica da experimentação na química

Segundo Silveira e Fofonka (2017), na educação, a experimentação tem um papel fundamental, pois através dela se estabelece conexões entre as teorias que se discutem na sala de aula e as observações que se realizam nesse tipo de atividade. Faz-se uma retomada dos conceitos e da observação que possibilitam interpretar e compreender o que foi proposto, tornando assim a atividade que se realiza, apropriada para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem, ou seja, compreende-se a experimentação no desenvolvimento científico como um meio que oriente a aprendizagem.

Para Guimarães (2017), no ensino de ciências, deve-se oportunizar ao aluno com a experimentação, o desenvolvimento visando-se melhorar a integração entre indivíduo e a sociedade tecnológica que encontra-se em constante evolução. Ou seja, deve-se propiciar que conhecimentos prévios sejam transformados a partir de novas informações desenvolvendo-se assim o que o autor chama de alfabetização científica, e complementa que a alfabetização científica relaciona-se ao conhecimento científico e o uso deste conhecimento para elaborar conclusões fundamentadas sobre questionamentos relacionados com a Ciência.

Ainda no ensino de ciências, Hodson (1988) ressalta que se tratando de experimentação, deve-se promover diferenciação entre o que é experimento voltado a ciência e experimento voltado para o ensino de ciências: um é movido pelo objetivo de desenvolver-se teorias, enquanto o outro apresenta-se através de uma série de funções pedagógicas. Ou seja, ressalta-se que a experimentação no âmbito do ensino deve ser guiada a fim de se alcançar objetivos pedagógicos que devem ser bem nítidos para o docente.

No ensino de química, para De Paula (2017) a experimentação é vista como uma ferramenta de grande importância para processo de ensino-aprendizagem uma vez que se estimula fortemente o interesse dos discentes nos mais diversos níveis de escolarização. Para o autor a experimentação na escola tem diversas finalidades, entre elas investigar, testar hipóteses, demonstrar algum princípio ou mesmo

desenvolver alguma atividade prática.

Para utilizar-se da experimentação no ensino, Gonçalves e De Brito (2014) ressaltam que a experimentação não deve ser vista como a única e a melhor forma de ensinar e que toda a forma de produção de conhecimento não se dá somente através do experimento. Os autores também destacam que nem todos os estudantes são motivados por experimentos, ou seja, as atividades experimentais para os autores não podem ser consideradas promotoras incondicionais para a aprendizagem e se não forem bem planejadas podem dificultar o ato de aprender. A fim de obter-se êxito no uso da experimentação os próprios autores expõem algumas propostas para o desenvolvimento de atividades de experimentação no ensino de química e, entre elas temos: Previsão, Observação e Explicação (POE); Resolução de Problemas e Atividades Experimentais; A experimentação Problematizadora; A Experimentação de acordo com o educar pela pesquisa.

Na perspectiva de Dos Santos e Maldaner (2010), a experimentação não necessita ser realizada no laboratório da escola, mas em qualquer outro lugar que também pode-se entender como laboratório, ou seja, pode-se realizar experimentos desde a sala de aula, no jardim da escola, na horta, na caixa d'água, parques, estabelecimentos comerciais, farmácias, metalúrgicas, outros estabelecimentos de ensino próximos a escola, etc. Ou seja, pode-se aproveitar o fato de uma universidade que encontra-se próxima a escola ser o local de realização de algumas práticas experimentais, propiciando-se assim um ambiente diversificado daquele no qual o aluno está inserido diariamente.

A experimentação, em muitas ocasiões, é utilizada de forma mecânica, onde os alunos apenas reproduzem o que está descrito no roteiro da aula prática sem questionarem o que estão fazendo. Desta forma, Silveira e Fofonka (2017) descrevem que a contextualização, assim como objetivos da experimentação devem estar bem claros, pois deve-se formar alunos capazes de tomar decisões e de aprenderem significativamente os conceitos científicos, ou seja, a experimentação deve ser utilizada como ferramenta didática para auxiliar na compreensão dos conhecimentos, deve-se através dela dar sentido e significado aos conceitos. Os autores ainda afirmam que não é suficiente “usar o laboratório” ou “fazer experiências”, pois a prática pode vir apenas a reforçar um caráter autoritário ou dogmático do método de ensino, ou seja, as atividades experimentais devem ser planejadas e efetivadas de forma a propiciar aos alunos à discussão e interpretação

de resultados obtidos, quaisquer que sejam eles. O professor por sua vez, de acordo com os autores, deve atuar apresentando e desenvolvendo conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação, ou seja, o professor deve ser um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em ciências.

De acordo com Oliveira e Soares (2010), a experimentação investigativa é uma estratégia onde pode-se introduzir diferentes conteúdos de química, onde a partir de situações simples, procura-se discutir conceitos prévios e propiciar dúvidas quanto aos mesmos, instigando assim discussão entre os alunos que levem a uma aprendizagem mais significativa. Com essa proposta de atividade permite-se aos discentes realizar inferências que permitam chegar a soluções nas situações problemas que se propôs inicialmente pelo docente, construindo-se dessa forma o conhecimento escolar.

Conforme Figueiredo *et al.* (2017) há professores que geralmente agem de forma tradicional, apresentam o conteúdo teórico e realizam a aula experimental de forma demonstrativa, ou seja, os alunos apenas observam a realização da prática sem participarem. Logo, o fato de os estudantes apenas observarem as atividades experimentais, despertam neles apenas uma visão abstrata da ciência, principalmente na química. Os autores sugerem que para contrapor a estas práticas experimentais tradicionais, o aluno deve ter um papel ativo, ou seja, ele deve ser colocado frente a uma situação problema, onde através da experimentação, ele consiga criar e analisar teorias, conseguindo assim solucionar as problemáticas que lhe foram impostas. Para tal situação se concretizar o professor deve atuar como mediador, pois são os próprios alunos que devem encontrar as soluções dos problemas expostos.

Desta forma de acordo com Figueiredo *et al.* (2017) a abordagem investigativa é um meio de permitir aos alunos exercerem o papel de construtores ativos no próprio processo de aprendizagem, ou seja, deixa-se a pacificidade do aprendizado, onde apenas recebem-se as respostas prontas como se fossem verdades absolutas. Desta forma através da investigação os mesmos constroem o aprendizado desenvolvendo as teorias sobre os fenômenos observados e através da experimentação podem ajustar estas teorias ou confirmá-las.

### 4.3 Recurso didático e sua construção

Conforme Silva e Victer (2016), o uso de materiais didáticos nas aulas vem sendo incentivado, porém não basta a utilização dos mesmos se esses ficarem restritos apenas à manipulação dos estudantes de forma lúdica e sem função educativa. Logo é necessário que o uso destes seja feito com objetivos bem claros, visando assim a promoção de uma aprendizagem com um planejamento das ações bem definidas.

Silva e Victer (2016) reforçam que os materiais didáticos por si só não ensinam o conteúdo e, que se faz necessário a intervenção do professor. Assim, é preciso que o docente que se dispõe a utilizar esses recursos faça um estudo do que esteja pretendendo utilizar. Os autores enfatizam que este estudo não deve se ater apenas sobre como se usa um determinado material, mas deve também contemplar sobre em que condições, quais conteúdos e quais motivações o uso do mesmo em sala de aula abrange. Os autores ainda ressaltam que somente a presença dos materiais didáticos não é suficiente para transformar de forma positiva o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, é extremamente importante que o docente saiba, além de utilizá-lo, como incorporá-lo em sua prática cotidiana, de acordo com as condições estruturais de sua escola e as necessidades de seus alunos.

Toyama *et al.* (2021), complementam que o recurso didático que se apresenta através de material físico, tem por objetivo auxiliar o aluno no processo de ensino e de aprendizagem com mais eficiência. Logo, destacam a importância da utilização do mesmo adaptado no ensino de Química, pois essa disciplina, abrange diversos conceitos e práticas visuais e, acaba excluindo os alunos com deficiência visual.

De acordo com Perovano *et al.* (2016) na elaboração de artefatos para o ensino de química em uma perspectiva de inclusão, a confecção de materiais adaptados para os alunos cegos, levam a algumas considerações e critérios onde destacam-se:

- Manter a fidelidade entre a representação e o modelo original;
- Na seleção dos materiais deve-se procurar texturas agradáveis ao tato;
- Os relevos devem percebidos de forma fácil pelo tato;

- Quando possível, deve-se utilizar diferentes texturas para destacar melhor as partes componentes do todo;
- O material escolhido não deve provocar rejeição ao ser manuseado;
- O material também deve ser resistente para que não se estrague com facilidade, ou seja, deve resistir à exploração tátil e ao constante manuseio;
- Deve ser simples e de fácil manuseio, propiciando uma prática utilização sem oferecer perigo para os alunos;

Perovano *et al.* (2016) complementam que quanto as dimensões e o tamanho dos materiais a serem produzidos, relevos pequenos demais não ressaltam detalhes das partes que os compõem ou se perdem facilmente. Já o exagero no tamanho pode ser prejudicial na apresentação da totalidade, pois pode dificultar a percepção global. Ou seja, o material segundo os autores deve ser construído de forma que propicie situações de aprendizagem que valorizam o comportamento exploratório, a estimulação dos sentidos remanescentes, a iniciativa e a participação ativa.

#### 4.4 Eletroquímica

Segundo Filho e Silva (2013), eletroquímica é uma área da química onde estudam-se as reações químicas que ocorrem na presença de corrente elétrica, podendo ser estas reações classificadas em espontâneas ou não espontâneas.

Usberco e Salvador (2005) complementam que além de se estudar em eletroquímica os fenômenos envolvidos na produção de corrente elétrica devido a transferência de elétrons em reações de óxido-redução, também estuda-se o uso da corrente elétrica para produzir-se as reações. Assim os autores sugerem que o estudo na eletroquímica pode ser dividido em duas partes, ou seja, pilhas e baterias, e eletrólise. Logo os mesmos classificam as duas partes da seguinte forma:

- Pilhas e baterias: são dispositivos onde ocorre uma reação espontânea de óxido-redução produzindo corrente elétrica.
- Eletrólise é um processo em que uma corrente elétrica produz uma reação de óxido-redução.

De acordo com Brown *et al.* (2005), um meio de entendermos como ocorre

uma reação espontânea de óxido-redução de forma simples, é compararmos o fluxo de elétrons envolvido nesta reação com uma queda d'água. Na queda d'água, a água flui espontaneamente devido a diferença de energia potencial entre o topo da queda e o rio abaixo e, da mesma forma em uma reação espontânea, os elétrons fluem do anodo para o catodo devido a diferença de energia potencial. Ou seja, a energia potencial dos elétrons é mais alta no anodo do que no catodo, logo, os mesmos fluem espontaneamente do maior potencial para o menor potencial.

Skoog *et al.* (2015), complementam que catodo é o eletrodo no qual ocorre a redução e o anodo é o eletrodo onde ocorre a oxidação, e exemplificam uma reação catódica e uma anódica respectivamente da seguinte forma:

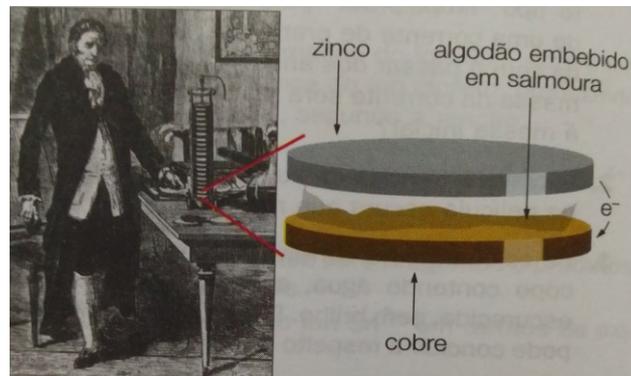
- $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  (reação catódica do Ferro 3+);
- $\text{Cu}_{(s)} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$  (reação anódica do Cobre sólido)

Logo pode-se observar nos exemplos de Skoog et al. (2015), que na reação catódica o Ferro que encontra-se como um cátion com carga 3+ ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ganha um elétron ( $\text{e}^-$ ) e, conseqüentemente reduz passando para um cátion com carga 2+ ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Já o cobre que encontra-se no estado fundamental, ou seja, está com carga zero, perde 2 elétrons ( $2\text{e}^-$ ) e, passa assim ao estado de Cátion com carga 2+ ( $\text{Cu}^{2+}$ ).

#### 4.4.1 Pilhas

A primeira pilha elétrica foi criada, segundo Usberco e Salvador (2005), por volta de 1800 pelo cientista italiano Alessandro Volta. Schneider (2000), complementa que na sua origem, a pilha feita por Volta, era constituída por discos de cobre e zinco alternados, separados por tecido embebido em água acidulada e, o primeiro disco de cobre era conectado ao último disco que era de zinco por um fio condutor. Na figura 1 observa-se, a direita, uma gravura de Alessandro Volta em seu laboratório e, sobre a bancada a sua pilha, uma torre de discos de cobre e zinco intercalados e separados por algodão umidecido com solução ácida. Ainda na figura 1, observa-se a esquerda, uma representação dos discos de zinco e cobre separados pelo algodão umidecido em solução ácida.

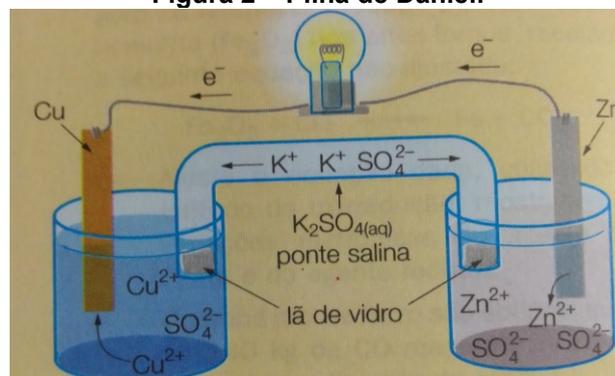
**Figura 1 – Alessandro Volta e o esquema de sua pilha elétrica**



Fonte: Usberco e Salvador (2005)

Em 1836, de acordo com Usberco e Salvador (2005), John Frederick Daniell aperfeiçoou a pilha de Alessandro Volta, dividindo a cela eletrolítica em duas partes, ou seja, dividiu a pilha em duas semicelas. Nessa nova configuração, como pode-se observar na figura 2, os dois eletrodos encontram-se em recipiente separados, ou seja, estão em celas separadas e são unidos por um fio condutor. Também pode-se observar que Daniell adicionou uma ponte salina, que continha sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ), cuja finalidade, segundo Brown *et al.* (2005), é manter o balanço de cargas entre os compartimentos. Ou seja, os íons  $K^+$  migram para a solução de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e substituem os íons de cobre ( $Cu^{2+}$ ) que estão se depositando sobre o eletrodo de mesma substância. Os íons sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) migram para a solução de sulfato de Zinco ( $ZnSO_4$ ), entrando em equilíbrio com os íons de zinco ( $Zn^{2+}$ ) que se desprendem do eletrodo de mesma substância presente na cela.

**Figura 2 – Pilha de Daniell**

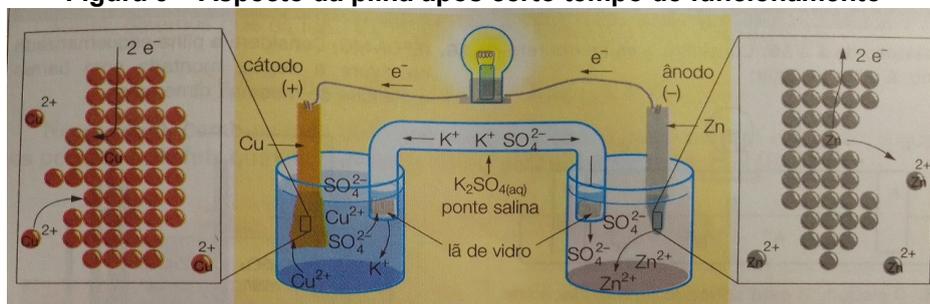


Fonte: Usberco e Salvador (2005)

Como pode-se observar na figura 3, conforme Usberco e Salvador (2005),

após um certo tempo de funcionamento da pilha ocorre deposição de cobre, ocasionando assim o espessamento do eletrodo de cobre e diminuição da cor azul da solução presente nesta cela. Também observa-se um afinamento do eletrodo da outra cela devido ao processo de corrosão do mesmo. Para melhor visualização do processo microscópico de deposição e de corrosão, a figura 3 também traz um esquema de esferas que representam os íons, a esquerda de cobre se depositando no cátodo e ganhando elétrons e, a direita o zinco se desprendendo do anodo e perdendo elétrons.

**Figura 3 – Aspecto da pilha após certo tempo de funcionamento**



**Fonte: Usberco e Salvador (2005)**

## 5 METODOLOGIA

Para atender aos objetivos propostos, o presente trabalho contou com o desenvolvimento das seguintes etapas:

1) Pesquisa bibliográfica do histórico da inclusão, de como é a aprendizagem do aluno cego, da caracterização do aluno que é cego, da importância do lúdico, do lúdico no ensino de química e da necessidade do professor de química saber trabalhar com o aluno de inclusão;

2) Planejamento do material didático considerando as especificidades do aluno, adaptação de recursos e necessidades para aplicação do conceito químico selecionado;

3) Produção do material e registro fotográfico do mesmo;

4) Discussão sobre o formato do material didático e relato do processo para produzi-lo;

Desta forma o material desenvolvido consolida-se como uma pesquisa na qual busca-se na prática aprimorar a formação do aluno no âmbito da educação inclusiva, propiciando experiência e conhecimento no desenvolvimento de estratégias que possibilitam aplicar no cotidiano da sala de aula a realidade inclusiva da prática docente de química.

Devido a pandemia de COVID-19 executou-se apenas a construção do produto educacional, não sendo possível a sua validação. Porém poderá ser feita a validação do produto no pós pandemia pelos professores que utilizarão o mesmo.

O estudo poderá ser conduzido com alunos cegos do Ensino Médio de um Colégio Estadual localizado na região oeste do Paraná.

Enquanto pesquisa, todas as aulas serão observadas para análise teórica posterior e, também será avaliado o processo de ensino aprendizagem do conteúdo proposto por meio de pré-teste, pós teste e feedback do aluno.

## 6 DESENVOLVIMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

Laplane e Batista (2008) afirmam que a visão é um sentido altamente motivador para o desenvolvimento do ser humano em todos os seus aspectos, ou seja, os objetos, as pessoas, as formas, as cores e o movimento despertam curiosidade e interesse e estimulam o indivíduo a explorar o mundo que o cerca. A baixa visão ou cegueira podem diminuir esse interesse devido a falta de estímulos e, dessa forma podem tornar o cego apático e quieto. Os autores também comentam que uma série de dúvidas aparecem para o docente quando o mesmo se depara com um aluno cego na sala de aula. Essas dúvidas podem ser expressas nas seguintes perguntas:

- De que modo a deficiência visual interfere no desenvolvimento e na aprendizagem?
- Como ensinar alunos com deficiência visual?
- Qual é o lugar dos recursos pedagógicos e dos auxílios na sala de aula?
- Como escolher o recurso indicado para cada situação?

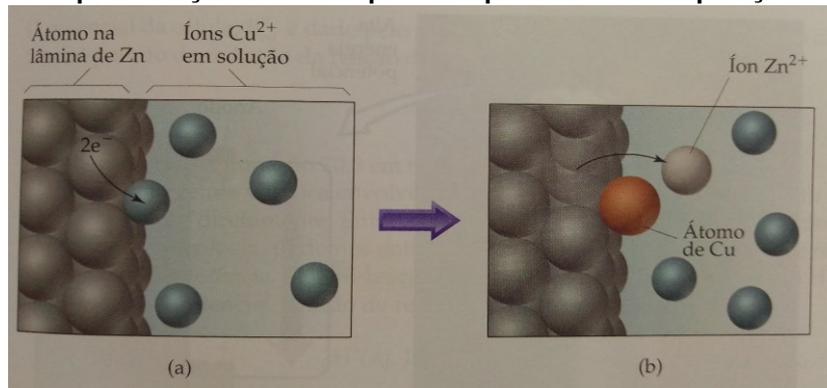
Esses questionamentos podem ser utilizados como norteadores para compreender-se as dificuldades do aluno e quais métodos e recursos devem ser utilizados no ensino de um aluno cego. Laplane e Batista (2008) complementam que para responder a essas questões, primeiramente deve-se compreender que a ausência de visão se caracteriza por uma série de condições orgânicas e sensoriais que acarretam consequências diferentes no desempenho visual. Ou seja, as dificuldades podem compreender desde pequenas alterações na acuidade visual até a ausência de percepção de luz.

Dessa forma definiu-se que o material didático a ser elaborado seria direcionado a alunos cegos sem nenhuma percepção de luz. Na sequência buscou-se na literatura estudos que dessem embasamento de como a deficiência visual interfere no desenvolvimento e na aprendizagem e, pôde-se observar que a aprendizagem requer estímulos visuais e táteis. Assim como não há o estímulo visual optou-se por focar nos estímulos táteis para a confecção do material aqui proposto.

Para se chegar a um consenso de como ensinar alunos cegos, realizou-se

uma reflexão do que é usado nos livros didáticos e de como poderia adaptar-se para o ensino de cegos. Nesse sentido, ao consultar-se os livros didáticos, observou-se que muitas figuras, como as figuras 1, 2 e 3 utilizadas na fundamentação teórica, são utilizadas em conjunto com texto para realizar-se o ato de ensinar. Logo o texto pode ser explicado via oral por um professor ou o aluno pode ler se a escrita estiver em Braille, mas as figuras ficam mais difíceis de serem explicadas, principalmente para quem nunca enxergou.

**Figura 4 – Representação macroscópica dos processos de deposição e corrosão**



Fonte: Brown et al. (2005)

Outro recurso que se observou nas figuras utilizadas em livros didáticos é a representação macroscópica de fenômenos microscópicos, ou como no caso da figura 4, é a representação macroscópica de um fenômeno que não pode ser visto nem com o auxílio de um microscópio. No caso da figura 4, tem-se um fenômeno teórico que é representado por um esquema ampliado, onde os íons de cobre e zinco são representados por pequenas esferas. Visto que o recurso utilizado na figura prioriza o sentido da visão, decidiu-se transpô-lo para um material que priorize o sentido do tato. Ou seja, partindo-se do princípio de que os íons são representados por pequenas esferas, fabricou-se um material didático em que, por meio do tato o aluno perceba essa representação dos íons feitas pelas mesmas.

Para fabricar-se o material didático utilizou-se os seguintes instrumentos:

- 2 hastes de ferro de 50 cm x 5mm;
- 4 placas de metal 8cm x 3 cm;
- 4 béckers de plástico;
- 4 parafusos 3 mm x 10 mm;
- 400 g de massa epoxi bicomponente;
- 30 esferas de metal de 4 mm de diâmetro de rolamentos usados;

- 50 g de estanho;
- 1 MDF 45 cm x 39 cm;
- Farelo de isopor;
- 1 disco de corte para lixadeira.

Para fabricar o material didático utilizou-se as seguintes ferramentas:

1. 1 Morsa;
2. 1 Bigorna;
3. 1 furadeira;
4. 1 broca de aço rápido 3 mm;
5. 1 martelo;
6. 1 lixadeira;
7. 1 ferro de solda de curto-circuito;
8. 1 chave Philips;

Na figura 5 pode-se observar o início do processo de fabricação do material didático. Prendeu-se a haste de metal de 50 cm na morsa, onde 10 cm da extremidade da haste ficou dentro do mordente da morsa e, na sequência realizou-se o dobramento, produzindo nesse dobramento um ângulo de 90°. O processo foi repetido em todas as extremidades das duas hastes. Por se tratar de um metal maleável, foi possível realizar o dobramento exercendo apenas força com as mãos, logo, se o processo for repetido para produção de mais unidades desse material, sugere-se a escolha de hastes de metal que sejam maleáveis, pois facilita o processo de dobramento.

**Figura 5 – Haste presa na morsa**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na ausência de uma morsa pode-se optar por dobrar as hastes com um

alicate de pressão ou pelo processo de martelamento usando-se uma superfície rígida que tenha uma aresta em 90°, como a lateral da bancada que aparece na figura 5.

Na figura 6 observam-se as 2 hastes dobradas e ressalta-se que se dobrou 10 centímetros em cada extremidade, deixando as mesmas em uma conformação parecida com uma trave.

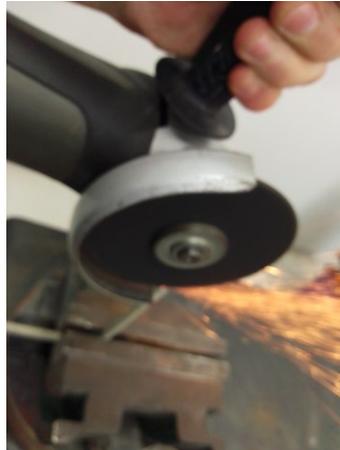
**Figura 6 – Hastes dobradas**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na figura 7 observa-se que a haste dobrada foi presa novamente no mordente da morsa e, realizou um corte paralelo em cada extremidade com a lixadeira munida de disco de corte. Repetiu-se esse procedimento em todas as extremidades das hastes dobradas.

**Figura 7 – Corte paralelo nas extremidades com a esmerilhadeira**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na figura 8 observa-se como ficou o processo de cisalhamento realizado

com a esmerilhadeira, ou seja, produziu-se um recorte paralelo a haste de aproximadamente 5 mm onde será encaixado a chapa de 8 cm x 3 cm.

**Figura 8 – Extremidade da haste recortada com a esmerilhadeira**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na figura 9 observa-se que a placa de metal de 8cm x 3cm foi encaixada no recorte paralelo da extremidade da haste e, assim ambas estão posicionadas para o próximo passo que utilizará a bigorna e o martelo, ambos visíveis na referida figura.

**Figura 9 – Placa 8cm x 3cm encaixada no recorte de haste**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na figura 10 observa-se que depois de encaixar a placa metálica nas extremidades recortada da haste, realizou-se o processo de conformação mecânica e, para tal processo utilizou-se uma bigorna a qual fornece uma superfície dura e, um martelo de unha com o qual através do recurso mecânico de martelamento, efetuou-se a conformação mecânica. Com esse procedimento deixou-se a placa semipresa na haste.

**Figura 10 – Processo de conformação mecânica**



Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 11(a) observa-se a um ferro de solda e um arrame de solda de estanho, ambos utilizados para o processo mecânico de soldagem. Já na figura 11(b) é possível ver o processo mecânico de soldagem sendo executado, ou seja, a placa foi fixada na haste de forma definitiva através de solda e, esse procedimento foi executado nas extremidades das 2 hastes.

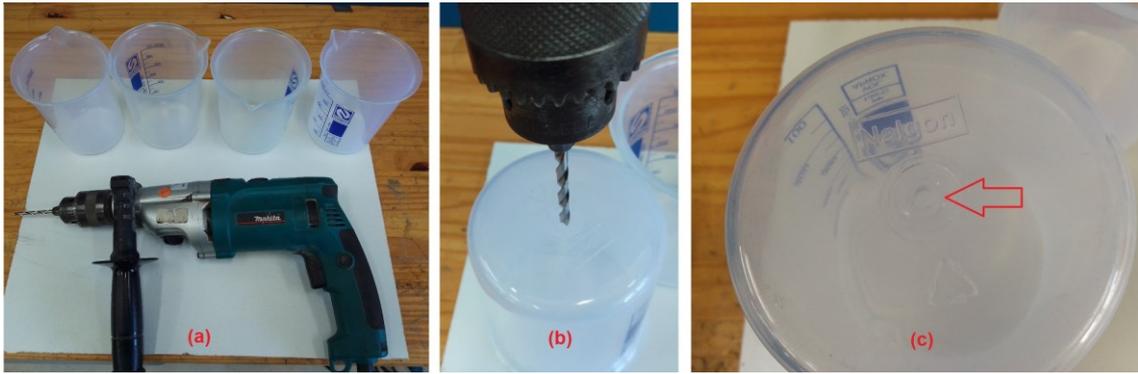
**Figura 11 – Processo de solda da placa na haste**



Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 12(a) têm-se o MDF de 40cm x 50cm, os 4 béckers de plástico que serão fixados no mesmo e a furadeira para furar o fundo dos béckers. Já na figura 12(b) ilustra o processo mecânico de furar que está sendo realizado em um dos béckers e, na figura 12(c) visualiza-se um bécker com o fundo furado. Os 4 béckers tiveram o fundo furado, pois os mesmos foram fixados no MDF através desse furo com parafusos de 3mm x 6mm.

**Figura 12 – processo mecânico de furar**



Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 13 estão ilustrados os 4 béckers que foram fixados no MDF. Deixou-se uma distância entre ambos que garanta que os eletrodos fiquem posicionados em seus centros, ou seja, os béckers estão distantes um do outro 19cm.

Figura 13 – MDF com os béckers fixados



Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 14 encontram-se as hastes com as placas soldadas, esferas de aço Ø4mm retiradas de rolamentos usados que foram descartados e, massa epoxi bicomponente. Destaca-se que a massa epoxi foi, até essa etapa de montagem do material didático, o único material que necessitou comprar. As embalagens de massa epoxi bicomponente foram adquiridas a um custo de R\$ 7,98 reais cada e, utilizou-se 200 g da mesma.

**Figura 14 – Materiais para montar os eletrodos**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Preparou-se 100g de massa epoxi bicomponente e, como pode-se observar na figura 15, cobriu-se com a mesma os eletrodos de uma das hastes. Nessa haste os eletrodos ficaram com a superfície lisa, representando assim eletrodos antes do processo de corrosão e deposição que ocorre na reação da pilha de Daniell. Ressalta-se que após aplicação da massa epoxi bicomponente, conforme recomendado pelo fabricante, aguardou-se 2 horas para que a mesma secasse.

**Figura 15 – Eletrodos antes do processo de corrosão e deposição**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Na figura 16 observa-se o ânodo que foi feito aplicando-se massa epoxi bicomponente e, antes de ocorrer a secagem, com uma esfera de  $\varnothing 4\text{mm}$ , fez-se vários buracos. O objetivo desses buracos é representar os íons que se desprendem do ânodo ocasionando a corrosão do mesmo.

**Figura 16 – Ânodo**

Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 17 observa-se o cátodo que assim como os demais eletrodos foi feito com massa epoxi bicomponente, porém neste eletrodo fixou-se 30 esferas de aço. Como no cátodo ocorre deposição de material, as esferas representam os íons que estão reduzindo e se aderem ao eletrodo, aumentando assim a massa do mesmo.

**Figura 17 – Cátodo**

Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 18 é possível observar a haste com o ânodo e o cátodo após secagem da massa epoxi bicomponente utilizada para modelar os mesmos. O cátodo é o eletrodo da esquerda na figura 18 e, encontra-se com material depositado representado pelas esferas. Já o ânodo com material retirado pelo processo de corrosão está à direita da figura 18 e, é representada pelos buracos que são uma representação dos íons que se desprendem do eletrodo.

**Figura 18 – Ânodo e cátodo**



**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Na figura 19(a) há um bloco de isopor inteiro e, na figura 19(b) temos o mesmo, mas desmanchado adquirindo o formato de pequenas bolinhas. A finalidade desse isopor em pequenas bolinhas é representar o solvente das soluções nas celas eletrolíticas. Dentre os possíveis materiais que poderiam ser utilizados como papel picado, areia ou sílica, optou-se pelo isopor pois o mesmo como sugere Silva *et al.* (2010) não deve provocar rejeição ao manuseio e ser resistente à exploração tátil. Ou seja, espera-se que diferente de outras opções o isopor não ocasione desconforto quando o aluno cego for manuseá-lo.

**Figura 19 – Isopor para representar o solvente**



**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Na figura 20 visualizam-se 2 béckers sem isopor e com os eletrodos em seus interiores no estado que antecede as reações de oxidação e redução. A finalidade dos béckers sem isopor é que ao tatear os mesmos e os eletrodos dentro destes, o aluno cego tenha a percepção de que não foram adicionadas as soluções químicas e que os eletrodos, devido a ausência de soluções, não sofreram os processos de corrosão e deposição, ou seja, os mesmos encontram-se inalterados pois suas superfícies ainda se encontram lisas. Também se espera que o aluno cego compreenda que, apesar de os elétrodos estarem conectados pela haste

metálica, as reações e consequente deslocamento de elétrons através do condutor somente ocorrerão com a imersão dos mesmos em soluções adequadas.

O isopor que representa as soluções e as esferas metálicas serão adicionados pelo professor, deixando desta forma o material pronto para ser manuseado pelo aluno cego.

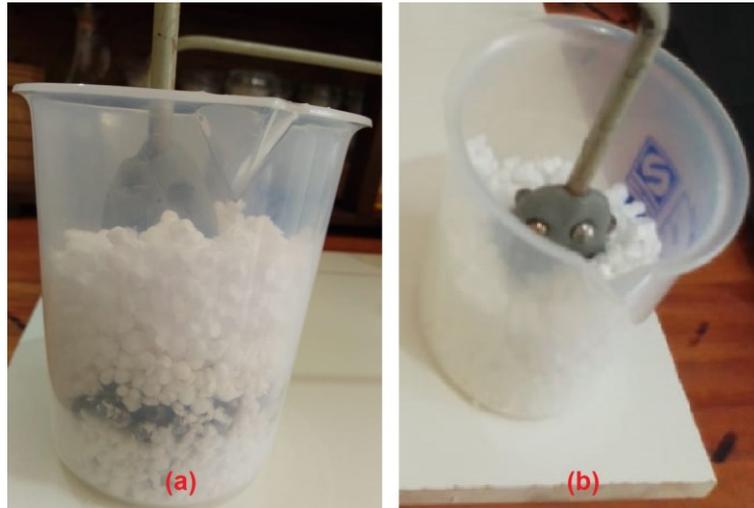
**Figura 20 – Celas Eletrolíticas sem isopor**



**Fonte: A autoria própria (2021)**

Na figura 21 observam-se os eletrodos imersos nas soluções representadas pelas bolinhas de isopor. Na figura 21(a) tem-se o ânodo e, espera-se que ao manusear o conjunto o aluno cego compreenda que as bolinhas de isopor representam a solução, o eletrodo com buracos representa o ânodo que sofreu corrosão e, que as esferas metálicas que estão soltas e misturadas no isopor representam os íons que desprenderam do eletrodo deixando lacunas no mesmo. Já na figura 21(b) temos o cátodo imerso em solução e espera-se que o aluno, ao realizar o manuseio do mesmo, compreenda que houve deposição de material devido aos íons presentes na solução terem reduzidos e consequentemente aderido ao eletrodo. No caso da figura 21(b) não há esferas soltas e misturadas as bolinhas de isopor, pois este material representa uma pilha sem ponte salina com as reações já finalizadas

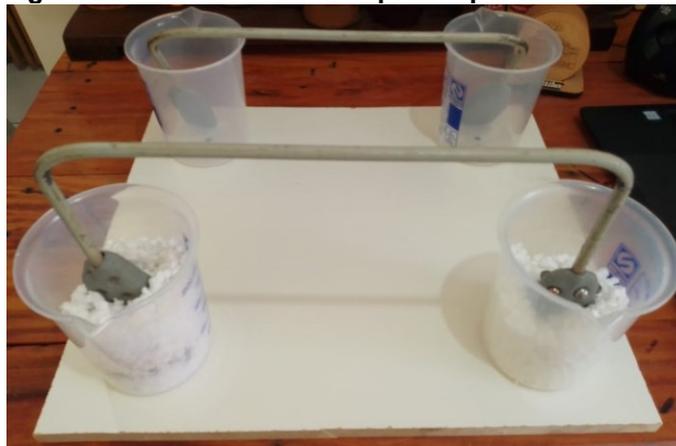
**Figura 21 – Eletrodos imersos em soluções químicas**



Fonte: Autoria própria (2021)

A Figura 22 apresenta o material didático após todo o processo de montagem do mesmo.

**Figura 22 – Recurso didático pronto para ser utilizado**



Fonte: Autoria própria (2021)

O recurso didático pronto para ser utilizado visto na figura 22, representa dois momentos no processo de corrosão, ou seja, o antes e o depois das reações químicas envolvidas no mesmo. Os eletrodos lisos, representam a pilha antes de sofrer corrosão no ânodo e deposição no cátodo, ou seja, como os eletrodos não estão imersos em solução, os mesmos ainda não estão em meio propício para que as reações ocorram. Já os eletrodos com buracos e esferas aderidas, representam o depois. Ou seja, estão imersos nas soluções representadas pelas bolinhas de isopor, onde, o ânodo já sofreu corrosão, pois possui buracos em sua superfície que representam os íons que se desprenderam e, o cátodo que já sofreu deposição, pois

as esferas aderidas em sua superfície representam os íons que se depositaram na mesma.

**Quadro 1 – Sugestão de plano de aula para aplicar o recurso didático**

<p><b>I. Plano de Aula</b></p>
<p><b>II. Dados de Identificação:</b>            Escola:            Professor (a):            Disciplina: Eletroquímica            Série:            Turma:            Período:</p>
<p><b>III. Tema:</b> Eletroquímica: pilhas e o processo de corrosão em uma aula experimental para alunos cegos.</p> <p>Eletroquímica é uma área da química onde estudam-se as reações químicas que ocorrem na presença de corrente elétrica, podendo ser estas reações classificadas em espontâneas ou não espontâneas (Filho e Silva, 2013).</p> <p>Na eletroquímica além de se estudar os fenômenos envolvidos na produção de corrente elétrica devido a transferência de elétrons em reações de óxido-redução, também estuda-se o uso da corrente elétrica para produzir-se as reações. Assim o estudo na eletroquímica pode ser dividido em duas partes, ou seja, pilhas e baterias, e eletrólise (Usberco e Salvador, 2005). Logo os mesmos classificam as duas partes da seguinte forma: 1) Pilhas e baterias: são dispositivos onde ocorre uma reação espontânea de óxido-redução produzindo corrente elétrica; 2) Eletrólise é um processo onde uma corrente elétrica produz uma reação de óxido-redução.</p>
<p><b>IV. Objetivos:</b></p> <p><b>Objetivo geral:</b> ensinar o conteúdo de eletroquímica, pilhas e o processo de corrosão, para alunos cegos.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fazer os alunos explanarem sobre seus conhecimentos prévios sobre o tema a ser abordado;</li> <li>2. Realizar uma prática de ensino com o foco na experimentação sobre o tema proposto;</li> <li>3. Fazer com que os alunos reflitam sobre suas explicações iniciais e se as mesmas condizem com o resultado obtido;</li> <li>4. Observar as aulas para análise teórica posterior;</li> <li>5. Feedback do aluno.</li> </ol>
<p><b>V. Conteúdo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Pilhas e baterias são dispositivos nos quais uma reação espontânea de</li> </ol>

<p>oxido-redução produz corrente elétrica.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>4. No cátodo ocorre a redução, logo há deposição de material sobre o mesmo, fazendo com que seu volume aumente.</li><li>5. No ânodo ocorre a oxidação, logo há corrosão sobre o mesmo, fazendo com que seu volume diminua.</li><li>6. As reações de redução e oxidação ocorrem devido a diferença de potencial entre o ânodo e o cátodo, pois os elétrons fluem do ânodo de maior potencial para o cátodo de menor potencial.</li></ol>
<p><b>VI. Desenvolvimento do tema:</b></p> <p><b>APÊNDICE A:</b> O aluno cego preve os resultados respondendo ao questionário que será fornecido.</p> <p><b>APÊNDICE B:</b> Se desenvolverá uma introdução sobre o assunto eletroquímica: pilhas e o processo de oxido-redução;</p> <p><b>APÊNDICE C:</b> Se desenvolverá as atividades práticas sobre eletroquímica pilhas e o processo de corrosão e deposição conforme roteiro fornecido aos grupos.</p> <p><b>APÊNDICE D:</b> O aluno respondera as mesmas questões da primeira etapa, observando as respostas que tinham escrito e, reformulando as mesmas em caso de não terem sido respondidas corretamente, ou seja, o aluno confronta suas respostas iniciais com a observação e a partir disso modifica, ou não, o que havia registrado na primeira etapa.</p>
<p><b>VII. Recursos didáticos:</b></p> <p>Produto educacional de eletroquímica;</p>
<p><b>VIII. Avaliação:</b></p> <p>Responder ao questionário aplicado antes da prática e, responder o mesmo questionário após a prática, reformulando as respostas se necessário.</p> <p>Compara-se as respostas fornecidas pelos alunos antes com as fornecidas depois da aula prática e, observa-se o que mudou entre o conhecimento prévio para o pós aula.</p>
<p><b>XIX. Bibliografia:</b></p> <p>FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. Da; Cálculos Básicos da Química. 3ª ed. São Carlos: EduFSCar, 2013.</p> <p>USBERCO, J.; SALVADOR, E. Química Volume Único. São Paulo: 5ª ed. Saraiva, 2005.</p>

Fonte: Autoria própria (2021)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a pesquisa bibliográfica realizada e o desenvolvimento do recurso didático proposto como objetivo para este trabalho, pode-se tecer as seguintes considerações:

- Toda a lista de instrumentos e ferramentas que compõe o desenvolvimento do recurso didático são fáceis de serem adquiridos. A maioria sem custo por se tratar de materiais de descarte e, na ausência dos mesmos, podem ser substituídos por outras opções como por exemplo o MDF, que pode ser substituído por madeirite; ou os béckers, que podem ser substituídos por potes de plástico para guardar biscoitos; e as esferas de metal que poderiam ser substituídas por bolinhas de gude. As hastes não foram fixadas e encontram-se soltas pois se o aluno quiser retirar as mesmas dos béckers, para manuseá-las, não encontrará impedimento para fazer o mesmo. Também a fixação por uma coluna no centro da haste poderia ocasionar confusão quanto ao caminho que os elétrons fazem entre os eletrodos.

- Aprimoramentos e melhorias podem ser feitas nesse recurso didático, como por exemplo, a produção de uma ponte salina, que propiciaria ao professor trabalhar as diferenças existentes entre uma pilha sem a ponte salina e uma com a ponte salina.

- Este recurso também poderia ser reproduzido em uma impressora 3D, o que diminuiria muito o seu tempo de produção, além do fato de poder ser produzido em série e em grande quantidade. Entretanto, ressalta-se que o acesso a uma impressora 3D não é fácil e nem sempre o professor da escola pública poderá ter ao seu alcance. Daí a necessidade de se pensar em materiais de fácil acesso e de baixo custo.

- Outra sugestão seria o uso desse recurso para alunos que não são cegos, pois além do tato, com a visão também poderia-se compreender o processo químico de uma pilha.

- Sugere-se aos professores que vierem a elaborar e aplicar o recurso didático desenvolvido para os alunos cegos, avaliem o processo de ensino aprendizagem do conteúdo proposto.

Devido a pandemia de COVID-19 executou-se apenas a construção do

recurso didático, não sendo possível a sua validação. Porém será realizada a validação do produto no pós pandemia pelos professores que utilizarão o mesmo.

O estudo será conduzido com alunos cegos do Ensino Médio de um Colégio Estadual localizado na região oeste do Paraná. Para que essa pesquisa se concretize todas as aulas serão observadas para análise teórica posterior e, também será avaliado o processo de ensino aprendizagem do conteúdo proposto por meio de pré-teste, pós teste e feedback do aluno. Ou seja, será realizada a validação do recurso didático de acordo com a metodologia proposta e utilizando-se o plano de aula sugerido.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 07 out. 2019.
- BRASIL. **Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF. Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 07 out. 2019.
- BROWN, T. L.; *et al.* **Química, a ciência central**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CHAGAS, A. P. **Como se faz química uma reflexão sobre a química e a atividade do químico**. 3ª ed. Campinas: Editora Unicamp, 2001.
- CAVALCANTI, C. D. M.; SANTOS, M. B. H. dos. **Confecção de modelos moleculares adaptados para deficientes visuais**. II Congresso Internacional de Educação Inclusiva, Campina Grande-PB, Brasil, 16-18 de novembro de 2016. Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO\\_EV060\\_MD1\\_SA16\\_ID781\\_01092016225619.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO_EV060_MD1_SA16_ID781_01092016225619.pdf). Acesso em: 24 nov. 2019.
- DE PAULA, C.; SABALLA, J.; GUIMARÃES, V.; AZEVEDO, A.; PASTORIZA, B.; SANGIOGO, F. **Química e os conceitos de experimentação para o ensino**. 37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Novembro de 2017. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s15/ficha-163.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2019.
- DOS SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.
- FIGUEIREDO, P. V. C.; MACHADO, A. S.; ROBAERT, S. **A experimentação através de uma abordagem investigativa para a construção do conhecimento químico**. 37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQUE-37), FURG, 09 a 10 de novembro de 2017. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s07/ficha-74.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2021.
- FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. da; **Cálculos básicos da química**. 3ª ed. São Carlos: EduFSCar, 2013.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Revista Química Nova na Escola**: experimentação e ensino de ciências, nº 10, novembro de 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 05

mai. 2019.

GONÇALVES, F. P.; DE BRITO, M. A. **Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões**. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

GUIMARÃES, E. V. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências e a sua Contribuição para a Aprendizagem Significativa**. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Estadual do Centro Oeste, 2017.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no ensino de Ciências. **Educational Philosophy and Theory**. Tradução de Paulo A. Porto, v.20, p.53-66, 1988.

JESUS, F. D.; DE FARIA, B. P.; SILVA, T. L. M.; NASCIMENTO, M. do S. V. Uma proposta de material didático para a educação inclusiva. **Ciclo Revista: Experiências em Formação no IF Goiano**, BRASIL, 2016. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/ciclo/article/view/315>. Acesso em: 20 out. 2019.

LAPLANE, A. L. F. D.; BATISTA, C. G. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Cad. Cedes**, v. 28, n. 75, p. 209-227, 2008.

MOLLOSSI, L. F. D. S. B.; AGUIAR, R. D.; MORETTI, M. T. **Materiais didáticos para a inclusão de educandos cegos no ensino de matemática**. Colóquio Luso-Brasileiro de Educação, II. 2016, Joinville, SC. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiE9qWZsqP0AhUnp5UCHcncCrYQFnoECAYQAw&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.udesc.br%2Findex.php%2Fcolbeduca%2Farticle%2Fview%2F8329%2F6091&usq=AOvVaw2y64JliW0i-mUPqGdZdgLF>. Acesso em: 01 nov. 2021.

NOLASCO, M. de O.; DA SILVA, M. G. F.; FREIRE, S. H. De Sá L. M. A inclusão e seus avanços ao longo da história e suas interferências na sala de aula. **Revista Includere**, v. 3, n. 1, 2017:

OLIVEIRA, N. de; SOARES, M. H. F. B. **As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

PEROVANO, L. P.; PONTARA, A. B.; MENDES, A. N. F. **Desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino de química numa perspectiva inclusiva**. V Seminário Nacional de Educação Especial/ XV Seminário Capixaba de Educação Inclusiva, vol. 1, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.ufes.br>. Acesso em: 14 dez. 2021.

PAULO, P. R. N. F.; BORGES, M. N.; DELOU, C. M. C. Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de química orgânica inclusivo. **Revista Areté, Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 11, n. 23, 2018.

RIBEIRO, L. O. M. **A inclusão do aluno com deficiência visual em contexto escolar: afeto e práticas pedagógicas.** *Revista Educação, Artes e Inclusão*, v. 13, n. 1, 2017.

RODRIGUES, H. D. C.; FERREIRA, C. W. da S. **Educação especial inclusiva: um estudo bibliográfico sobre o processo de inclusão de alunos.** *Semana Acadêmica Revista Científica*, ed. 99, vol. 01, 2017. Disponível em: [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/educacao\\_especial\\_inclusiva.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/educacao_especial_inclusiva.pdf). Acesso em: 19 out. 2019.

SANTOS, S. C. Dos. **A importância do lúdico no processo ensino aprendizagem.** Monografia de Especialização. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/393/Santos\\_Simone\\_Cardoso\\_dos.pdf](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/393/Santos_Simone_Cardoso_dos.pdf). Acesso em: 21 out. 2019.

SARTORI, P. H. dos S. **O processo de experimentação promovendo aprendizagens e competências científicas.** Tese. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3526/SARTORI%2C%20PAULO%20HENRIQUE%20DOS%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mai. 2019.

SCHNEIDER, N. S. H. **Fundamentos da potenciometria.** Santa Maria: 1ª ed. O Autor, 2000.

SELVATICI, R. H. P.; DE MOURA., S. M. Construindo materiais e reconstruindo conceitos e valores na educação inclusiva. *Revista Eletrônica: Pró-Docência*, v. 1, n.1, 2012.

SILVA, M. O. E. da. Educação Inclusiva – um novo paradigma de escola. *Revista Lusófona de Educação*, n. 19, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-72502011000300008](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-72502011000300008). Acesso em: 19 out. 2019.

SILVA, K. C. N. R. D.; VICTER, E. D. F. **O uso de materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem.** XII Encontro Nacional de Educação Matemática. São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016. Disponível em: [http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/7617\\_3455\\_ID.pdf](http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/7617_3455_ID.pdf). Acesso em: 14 dez. 2021.

SILVA, K. C. da; SANTIAGO, J. V. B.; DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C. **Auxiliando o ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual: materialização de compostos moleculares.** PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo, Brasil, 8-12 de fevereiro de 2010. Disponível em: <http://each.uspnet.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0357-1.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2019.

SILVEIRA, S. R. da C.; FOFONKA, L. A Experimentação como instrumento didático

no ensino de ciências biológicas na Escola Estadual de Ensino Fundamental Rui Barbosa – Viamão/RS. **Revista Educação Ambiental**, n. 59, 2017. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2606>. Acesso em: 05 mai. 2019.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. São Paulo: 9ª ed. CENGAGE Learning, 2015.

TOYAMA, K. S. F.; PRAIS, J. L. D. S.; FIGUEIREDO, M. C. Elaboração de materiais didáticos adaptados ao ensino de química para alunos cegos. **Inter-Ação**, v.46, n.1, p. 1-16, 2021.

TREAGUST, D.; DUIT, R. Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. **Cultural Studies of Science Education**, n. 3, p. 297- 328, 2008.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química volume único**. São Paulo: 5ª ed. Saraiva, 2005.

VANIN, J. A. **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2005.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.